



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solivin, Nepeña, Ancash 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Saravia Cheglio, Pedro Ricardo (ORCID: 0000-0001-8908-6629)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi padre que siempre estuvo conmigo enseñándome a ser perseverante y desde el cielo sigue dándome ánimo para seguir adelante, siempre estarás presente en mí corazón y a mi madre por sus sacrificios para darme educación y calidad de vida gracias por todo.

Agradecimiento

El agradecimiento a mi asesor Dr. Omart Tello Malpartida por la paciencia y consejos para realizar este trabajo de investigación y a mis amigos que cultive en cada proyecto en el que participe dándome siempre el aliento para culminar esta etapa académica.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE.....	IV
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	8
III. METODOLOGIA.....	26
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	27
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION.....	28
3.2.1 Variables.....	28
3.2.2 Operacionalizacion	29
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	29
3.3.1 Población	29
3.3.2 Muestra.....	30
3.3.3 Muestreo.....	30
3.3.4 Técnicas	30
3.3.5 Instrumento.....	31
3.3.6 Validación.	31
3.3.7 Confiabilidad del instrumento.....	32
3.4 PROCEDIMIENTOS	32
3.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	33
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	33
IV RESULTADOS.....	34
4.1 DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO	35
4.2 ESTUDIOS PRELIMINARES	39
4.2.1 Topografía	39
4.2.2 Hidrología	62

4.2.3	<i>Geología y Geotecnia</i>	81
4.3	GUÍA CONSTRUCTIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO GAVIÓN.....	87
4.4	GUÍA CONSTRUCTIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE GRAVEDAD	92
4.5	GUÍA CONSTRUCTIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ENROCADO.....	97
4.6	CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	105
4.6.1	<i>Ensayos de laboratorio</i>	105
4.6.2	<i>Ensayo de Penetración Estándar (STP)</i>	106
4.6.3	<i>Capacidad de carga del suelo</i>	110
4.6.4	<i>Cálculos de capacidad portante de terreno</i>	114
4.7	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MURO GAVIÓN	115
4.8	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL MURO DE GRAVEDAD	117
4.9	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL ENROCADO	120
4.10	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	125
V.	DISCUSION	129
VI.	CONCLUSIONES	134
VII.	RECOMENDACIONES	137
VIII.	REFERENCIAS	140
	ANEXOS	147

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Sección típica del gavión.....	16
FIGURA 2	Sección típica muro de gravedad.....	19
FIGURA 3	Fuerzas actuantes en un muro de gravedad.....	20
FIGURA 4	Sección típica de un muro tipo enrocado	21
FIGURA 5	Falla por volcamiento	22
FIGURA 6	Ubicación geográfica de nepeña-san jacinto.....	37
FIGURA 7	Ubicación geográfica de rio solivin.....	38
FIGURA 8	Defensas ribereñas del rio solivin.....	38
FIGURA 9	Punto de control geodésico anc18145	43
FIGURA 10	Hito de punto de control geodésico anc18145	43
FIGURA 11	Ubicación del punto an02 y punto geodésico anc18145.....	44
FIGURA 12	Misión de vuelo usando fix4dcapture.....	51
FIGURA 13	Puntos para foto control.....	52
FIGURA 14	Area fotografiada de forma aérea.....	53
FIGURA 15	Orientación de fotografías aéreas.....	55
FIGURA 16	Optimización de fotografías aéreas	56
FIGURA 17	Modelo de superficie levantamiento fotogramétrico.....	57
FIGURA 18	Modelo final de superficie levantamiento fotogramétrico	58
FIGURA 19	Configuración de parámetros iniciales en autocad civil 3d-2020 .	60
FIGURA 20	Cambio coordenadas utm en coordenadas topográficas.....	61
FIGURA 21	Perfil longitudinal cauce rio solivin	62
FIGURA 22	Estaciones de control senamhi.....	64
FIGURA 23	Estaciones de control senamhi puente moro	66
FIGURA 24	Isoyetas cercanas a la cuenca del rio solivin	68

FIGURA 25	Precipitaciones para 140 años	70
FIGURA 26	Precipitaciones para 500 años	70
FIGURA 27	Cauce de rio solivin sector san jacinto.....	83
FIGURA 28	Pendiente rio solivin valle san jacinto	85
FIGURA 29	Zonificación sísmica del Perú	86
FIGURA 30	Muro gavión fuerzas actuantes.....	88
FIGURA 31	Muro gravedad pesos calculados	94
FIGURA 32	Muro presiones sobre el terreno.....	96
FIGURA 33	Perfil longitudinal muro a encauzar.....	98
FIGURA 34	Medidas sección muro enrocado	103
FIGURA 35	Ensayos de campo márgenes rio solivin	106
FIGURA 36	Inicio ensayo stp rio solivin	108
FIGURA 37	Material obtenido estratos del rio solivin.....	108
FIGURA 38	Carga puntual sobre terreno método carga ultima.....	111
FIGURA 39	Área del volumen del enrocado	122
FIGURA 40	Rio solivin, fenómeno del niño 1983	193
FIGURA 41	Rio solivin, fenómeno del niño 1998	193
FIGURA 42	Rio solivin, niño costero 2017	194
FIGURA 43	Cauce rio solivin 2021	194
FIGURA 44	Habilitación de cajas gavión	195
FIGURA 45	Colocación piedra colchón reno.....	195

INDICE DE TABLAS

TABLA 1	Ángulos de fricción según tipo de suelo	17
TABLA 2	Distancias y tiempos desde lima	36
TABLA 3	Clasificación de puntos geodésicos	41
TABLA 4	Coordenadas geodésicas del punto de control	45
TABLA 5	Nivelación de ida anc18145 – bm 01	47
TABLA 6	Nivelación de vuelta bm 01 - anc18145	47
TABLA 7	Nivelación de ida anc18145 - bm 02	48
TABLA 8	Nivelación de vuelta - bm 02 - anc18145	48
TABLA 9	Nivelación de ida anc18145 - anc18146	49
TABLA 10	Nivelación de vuelta anc18146 - anc18145.....	50
TABLA 11	Variación de la temperatura centro poblado san jacinto.....	63
TABLA 12	Precipitaciones cuencas aledañas al rio Solivin.....	63
TABLA 13	Riesgos admisibles en obras de drenaje.....	66
TABLA 14	Vida útil de obras respecto al riesgo admisible	67
TABLA 15	Precipitaciones máximas para 24 horas / periodos de retorno.....	68
TABLA 16	Precipitaciones estación buena vista	69
TABLA 17	Precipitaciones periodo de retorno de 140 y 500 años/isoyectas ...	69
TABLA 18	Precipitaciones periodo retorno de 140-500 años altitud/isoyectas	70
TABLA 19	Cuadro comparativo isoyectas/altitud.....	71
TABLA 20	Sectorización de cuencas hidrográficas en el Perú.....	72
TABLA 21	Coeficientes según sectorización de cuencas.....	72
TABLA 22	Parámetros geomorfológicos cuenca rio Solivin	73
TABLA 23	Caudal según periodo de retorno envolventes de Greaguer.....	74
TABLA 24	Datos para hallar caudal máximo	75
TABLA 25	Caudal máximo según tres tipos de métodos	76

TABLA 26	Calculo del ancho estable	77
TABLA 27	Resultados del ancho estable según diferentes tipos de métodos..	77
TABLA 28	Tipos de relieve según pendiente	78
TABLA 29	Parámetros para la socavación.....	80
TABLA 30	Resultado de la socavación	81
TABLA 31	Pendientes según relieve de cauce.....	84
TABLA 32	Coeficiente sísmico rio Solivin.....	85
TABLA 33	Datos de terreno para muro gavión.....	87
TABLA 34	Datos de terreno para muro gravedad	92
TABLA 35	Datos de para medición de la socavación.....	97
TABLA 36	Calculo del borde libre.....	98
TABLA 37	Cálculo ancho de piedra D100.....	99
TABLA 38	Cálculo ancho de piedra D50.....	99
TABLA 39	Granulometría del enrocado.....	99
TABLA 40	Factor de corrección por ciontracción del cauce μ	100
TABLA 41	Parámetros hec ras de la socavación	101
TABLA 42	Calculo de la socavación.....	102
TABLA 43	Calculo de la profundidad de la uña.....	102
TABLA 44	Datos de terreno para muro tipo enrocado.....	103
TABLA 45	Relación compacidad del suelo / densidad relativa.....	107
TABLA 46	Corrección del número de golpes ensayo stp, margen derecha ...	109
TABLA 47	Corrección del número de golpes ensayo stp, margen izquierda..	110
TABLA 48	Angulo de fricción del terreno.....	112
TABLA 49	Capacidad admisible del terreno.....	112
TABLA 50	Cota de cimentación suelo fundación.....	113
TABLA 51	Metrado de muro gavión	115

TABLA 52	Análisis de precios unitarios de muro gavión	116
TABLA 53	Presupuesto muro gavión	116
TABLA 54	Metrado del encofrado muro de gravedad	117
TABLA 55	Metrado del concreto muro de gravedad.....	118
TABLA 56	Análisis precio unitario del encofrado muro de gravedad.....	118
TABLA 57	Análisis precio unitario del concreto muro de gravedad.....	119
TABLA 58	Presupuesto muro de gravedad	120
TABLA 59	Metrado movilización del material granular muro tipo enrocado ...	121
TABLA 60	Metrado relleno material de préstamo	121
TABLA 61	Metrado geotextil.....	121
TABLA 62	Metrado piedra para enrocado	122
TABLA 63	Análisis precio unitario transporte material granular.....	123
TABLA 64	Análisis precio unitario relleno material de préstamo	123
TABLA 65	Análisis precio unitario geotextil	123
TABLA 66	Análisis precio unitario enrocado de protección	124
TABLA 67	Presupuesto muro tipo enrocado	124
TABLA 68	Valores factor de seguridad al volteo (FSV).....	125
TABLA 69	Valores factor de seguridad al deslizamiento (FSD)	125
TABLA 70	Valores presiones sobre el terreno.....	126
TABLA 71	Valores costo de material.....	127
TABLA 72	Valores costo de mano de obra	127
TABLA 73	Valores costo de equipos de obra.....	128

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en la viabilidad técnico-económica de la protección de los márgenes río Solivin, teniendo como población a las secciones de la cuenca que tienen condiciones de desborde, la muestra se tomó 187.60 m entre margen izquierda y derecha del río en el centro poblado San Jacinto, del distrito de Nepeña, Ancash. Para tipo de investigación se utilizó el método científico, por propósito fue de tipo aplicada, por enfoque fue cuantitativa, su nivel fue explicativo y su diseño cuasi experimental. Se realizó el análisis técnico-económico comparando tres tipos de defensa ribereñas, muro gavión, muro de gravedad y muro enrocado resultando factor de seguridad al volteo 7.68, 5.22, 11.80, factor seguridad al deslizamiento 3.51, 2.32, 6.41, capacidad portante 6.84 tn/m², 7.42 tn/m², 9.28 tn/m², costo material S/.128, 378.75, S/.162, 707.19, S/. 6, 083.86, costo mano de obra S/.130, 448.30, S/.116, 157.72, S/.28 217.05 y costo equipos S/.2, 804.13, S/.10, 836.77, S/.210, 801.91, para cada uno de los tipos de estructuras según sus indicadores, la conclusión es que el mejor sistema de defensa ribereña fue el muro gavión cumpliendo con los indicadores técnicos y económicos ajustándose a la realidad del proyecto.

Palabras claves: análisis técnico-económico, muro gavión, muro de gravedad, muro enrocado

ABSTRACT

The general objective of the research was to determine how the type of riparian defense structure influences the technical-economic viability of the protection of the banks of the Solivin River, having as population the sections of the basin that have overflow conditions, the sample 187.60 m was taken between the left and right bank of the river in the San Jacinto town center, in the district of Nepeña, Ancash. For type of investigation the scientific method was used, by purpose it was applied type, by approach it was quantitative, its level was explanatory and its design was quasi-experimental. The technical-economic analysis was carried out comparing three types of riparian defense, gabion wall, gravity wall and rock wall resulting in a safety factor when turning 7.68, 5.22, 11.80, a sliding safety factor 3.51, 2.32, 6.41, bearing capacity 6.84 tn / m², 7.42 tn / m², 9.28 tn / m², material cost S / . 128, 378.75, S / . 162, 707.19, S / . 6, 083.86, labor cost S / .130, 448.30, S / .116, 157.72, S / .28 217.05 and equipment cost S / .2, 804.13, S / .10, 836.77, S / .210, 801.91 For each of the types of structures according to their indicators, the conclusion is that the best riparian defense system is the gabion wall, complying with the technical and economic indicators, adjusting to the reality of the project.

Keywords: technical-economic analysis, gabion wall, gravity wall, rock wall

I. INTRODUCCION

En la actualidad la utilización de obras longitudinales para defensas ribereñas en ríos son de suma importancia para evitar posibles desbordes e inundaciones debido al aumento de los caudales en ríos por fenómenos climatológicos que siguen un ciclo meteorológico normal en el tiempo o por fenómenos extraordinarios relacionados con el calentamiento global, lo que corvella a utilizar diversos tipos de estructuras para mitigar las cuantiosas pérdidas económicas y humanas que se generan en un desastre natural.

Uno de los primeros tipos de obra longitudinal que nacieron para mitigar los efectos de la naturaleza como defensa ribereña fueron los gaviones en el año de 1879 con Raffaele Maccaferri como su inventor y con ello la aparición de la empresa transnacional Maccaferri con sede principal en Italia y teniendo en la actualidad presencia en más de 70 países. Esta empresa en el transcurso de los años ha innovado y diseñado diferentes tipos de obras de defensas ribereñas y estabilización márgenes de ríos aportando soluciones complejas a la ingeniería civil en obras hidráulicas. (Giaconi, Giaconi, Coelho, & Tear , 2019)

Con la invención del cemento Portland en 1824, su masificación y utilización para obras longitudinales de defensas ribereñas a inicios del siglo xx, aparecieron los muros de contención de concreto (gravedad) como solución a la reducción y control de caudales de los ríos a su paso por las ciudades. Estas estructuras utilizan su propio peso para generar su estabilidad, tienen tendencia a sufrir menor impacto a los esfuerzos por flexión así se evita de utilizar acero lo que abarata su construcción pero no son económicos cuando tienen gran altura.

Otro tipo de defensa ribereña son los enrocados en las márgenes de los ríos por tal motivo es importante tener alejada el agua para evitar la erosión. Este tipo de estructura sirve como cuña al pie de los taludes que se forman en los cauces de un río, su conformación consta de rocas que se acomodan con ayuda de equipos mecánicos tales como excavadoras y se sellan con concreto ciclópeo.

A nivel internacional el Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas (INCYTH), ubicado en Buenos Aires, Argentina considerado un laboratorio referente en la región se ha dedicado a la comprobación experimental de modelos físicos a escala del comportamiento estructural de los diferentes tipos de obras longitudinales (gaviones, muros de gravedad, enrocados) para defensas

riberañas sometidos a varias condiciones de diseño y así obtener la comprobación de soluciones estructuralmente eficientes, estos ensayos también permiten innovación de teorías y programas de cálculo mejoran y optimizan el uso de nuevas tecnologías para la ingeniería hidráulica, a todo esto la empresa transnacional Maccaferri división Latinoamérica ensaya y actualiza sus soluciones técnicas teniendo como resultado conclusiones a los resultados de los estudios que son recogidos por entidades del sector privado y público de varios países para el aprendizaje del diseño y la construcción de diferentes tipos de defensas ribereñas y puentes lo que ha generado como impacto el equilibrio entre solucionar un problema social y reducir costos operacionales en la construcción de los diferentes sistemas de defensas ribereñas.

A nivel nacional (Evangelista, 2017, p.15), menciona que “Los sistemas de protección que en la actualidad existen son innovadores y rentables sistemas de estabilización de taludes, es por ello que existen varios métodos con los cuales se puede llegar a proteger de manera favorable un desborde del río”. Con los años los nuevos estudios y tecnologías en el diseño, construcción y comportamiento estructural de obras longitudinales de defensas ribereñas en cauces de ríos han ido llegando al Perú, por lo que el Laboratorio Nacional de Hidráulica de la universidad nacional de ingeniería, ubicado en la ciudad de Lima, ha tomado mayor relevancia ya que en él se hacen estudios adicionales sobre los diseños teóricos de eficiencia y evaluación de protección contra la erosión, socavación de estructuras hidráulicas en los cauces de ríos. Estos estudios sirven para decidir al momento de desarrollar que tipos de proyectos de obras longitudinales en defensa ribereña se pueden aplicar según las realidades de la costa, sierra y selva que son distintas.

Los problemas relacionados en la investigación de la viabilidad técnica-económica radican en determinar la aplicación de cuál de los tres tipos de estructuras de obras longitudinales planteados de defensas ribereña será el más óptimo en el diseño, costo y tiempo de ejecución, para las márgenes del río Solivin que pasa por el centro poblado San Jacinto en el distrito de Nepeña, ante posibles eventos naturales que afecten a la población, ya que el cambio climático mundial está generando que cada vez los fenómenos climatológicos extremos sean más frecuentes por ende la posibilidad de que cada año se corra el riesgo

en que el caudal del río genere problemas y ocasiona daños materiales, económicos y humanos en la población sea latente por eso la importancia de tener un buen sistema de defensas ribereñas.

Estos tres tipos de obras longitudinales de defensa ribereña tienen un diferente proceso constructivo, es por eso que se analizará técnicamente qué tipo de estructura se adapta mejor a las condiciones del terreno.

La parte económica también influirá en elegir qué estructura a utilizar ya que el costo que genera la construcción de cada uno tiene que ser materia de análisis para poder decidir la mejor opción.

La idea de la presente investigación es analizar el comportamiento estructural y el costo de tres tipos de obras longitudinales de defensa ribereña en las mismas condiciones de diseño.

Como se observa en la V1 y V2, estructuras de defensas ribereñas y viabilidad técnico-económica se consideran como realidad problemática el hecho que en el Perú todos los años en verano se genera un verdadero calvario ya que la combinación de fenómenos climatológicos extremos cada vez con mayor frecuencia y el desinterés de los gobiernos regionales por utilizar sus presupuestos en proyectos de obras longitudinales de defensa ribereñas hacen que muchas ciudades estén siempre en constante temor por las crecidas de los caudales de los ríos.

El río Solivin durante años ha sufrido embates de la naturaleza a partir de la crecida del río a tal punto que cuando sucede este fenómeno esta localidad se inunda y quedan incomunicadas ambos lados del cauce del río, además ambos márgenes presentan problemas de erosión del terreno de ahí viene a colación los sistemas de defensas ribereñas que eviten o minimicen el impacto de estos fenómenos en la población teniendo un mayor control con medidas de prevención.

Analizando la realidad problemática es preciso la formulación del problema, considerando como problema general ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en la viabilidad técnico-económica de la protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021? Como

problemas específicos; la primera ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en el factor de seguridad al volteo (FSV) de la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021? La segunda ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en el factor de seguridad al deslizamiento (FSD) en la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021? La tercera ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según la capacidad portante del terreno en la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021? La cuarta ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de material para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021? La quinta ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según los costos de la mano de obra para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021? Y la sexta ¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de equipos para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021?

Continuando con la secuencia del nuevo esquema de proyectos de investigación se muestra la justificación del problema, desde el punto de vista práctico, la investigación permitirá conocer como el análisis de la viabilidad técnico-económico de los tres tipos de obras longitudinales propuestos para defensas ribereñas de protección para las márgenes del río Solivin darán como resultado la obtención del mejor tipo de estructura a utilizar, se utilizaran métodos empíricos y el programa Hec Ras para el cálculo de la socavación y modelación del cauce del río. Desde la perspectiva social se estudiara las márgenes del río Solivin que se encuentran por el centro poblado San Jacinto determinando las zonas vulnerables a posibles inundaciones, erosiones de cauce de río. Con los datos resultantes se realizaran los estudios para obtener la mejor propuesta de obra longitudinal de defensa ribereña así poder mitigar posibles desbordes por aumento de caudal y dar mayor seguridad a la población. Finalmente en lo metodológico, se recopilara datos como los estudios de suelos, estudios de geotecnia, estudios de hidrología, estudios topográficos, así como la observación del investigador con el objeto en estudio.

La investigación fijara como el objetivo general: Determinar qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en la viabilidad técnico-económica de la

protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021. Diseño de investigación cuasi experimental, por enfoque cuantitativa, debido a que se escogerá la muestra a investigar mediante la observación, se realizaran estudios de topografía, Hidrológicos y geotécnicos, con estos se diseñara y se hará el análisis técnico comparativo de los tres tipos de estructuras, además el análisis de costos para el proceso constructivo así se determinará la mejor opción de tipo de obra longitudinal para defensa ribereña.

Como objetivos específicos: la primera determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en el factor de seguridad al volteo (FSV) de la protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la segunda determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña en el factor de seguridad al deslizamiento (FSD) de la protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la tercera determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según la capacidad portante del terreno en la protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la cuarta determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de material para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021., la quinta determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según los costos de la mano de obra para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021 y la sexta determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de equipos para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.

La investigación fija como hipótesis general: La estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente en la viabilidad técnica económica de la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021. Como hipótesis específicas: la primera la estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente en el factor de seguridad al volteo (FSV) para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la segunda la estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente en el factor de seguridad al deslizamiento (FSD) para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la tercera la estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según la capacidad portante del terreno para protección de los

márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la cuarta la estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según el costo de material para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021, la quinta la estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según el costo de la mano de obra para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021 y la sexta la estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según el costo de equipos para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.

II. MARCO TEORICO

En los trabajos previos como antecedentes nacionales, según Lujan (2017) en la tesis de grado titulado: *“Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017”*, su **objetivo** de investigación fue analizar que el uso de gaviones reduce la erosión del río Huaycoloro en sus márgenes en la de zona Huachipa distrito de Lurigancho - Chosica 2017. Fue un estudio de tipo **aplicada, explicativa y cuantitativa**, ya que con el uso de gaviones mitigara el problema de desbordes en este sector del río Huaycoloro. La **población** estuvo constituida por los pobladores del sector de Huachipa específicamente Campoy, **muestra y muestreo**, los datos recolectados durante 12 semanas, los **instrumentos** utilizados fueron las fichas de investigación de recolección de datos de la población para saber los antecedentes, revisión de datos de SENAMHI, **resultados** se obtiene que al realizarse los cálculos para obtener el (FSV), factor de seguridad al volteo resulto el valor numérico de 11.43, teniendo como factor numérico mínimo según el RNE para suelos cohesivos 2.00 y en (FSD) factor de seguridad al deslizamiento resulto 4.27, mientras que el factor numérico mínimo según RNE es de 1.50, **conclusión**, se obtuvo los factores de seguridad del volteo y deslizamiento resultando viable la utilización del muro gavión tipo caja, el colocar la piedra en la canastilla del muro gavión genera vacíos en promedio de un 20% del volumen total favoreciendo la reducción de la erosión a la que se va someter el muro al contacto del agua, por ultimo al diseñar un muro de contención por gravedad y compararlo con el muro gavión en costos de materiales, mano de obra y equipos resulta mucho más económico el muro gavión ya que con el mismo presupuesto el muro de contención por gravedad se podrían construir 78 ml, mientras que con el muro gavión serían 200 ml de defensas ribereñas.

Castro (2019) en la tesis de grado titulado: *“Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica en el 2019”*, tuvo como **objetivo** de investigación analizar el comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración profunda en Chosica, 2019. Fue un estudio de tipo **aplicada**, con nivel **descriptivo**, de diseño **no experimental**. La **población** será la parte poblada y afectada de la provincia de Chosica, para la **muestra y muestreo** se tomó dos sistemas contención para el análisis: muro armado en voladizo y muro de mampostería, los **instrumentos** se utilizó fichas

de recolección de datos para tener toda la información para la investigación. Los principales **resultados** al calcular tanto el (FSD) y el (FSV), entre un muro de contención de concreto armado en voladizo y de gravedad se obtuvieron los siguientes valores numéricos en condiciones secas de terreno del factor al deslizamiento 2.97 y 3.20 respectivamente siendo mayores a 1.50 y el factor al volteo 3.18 y 2.55 siendo mayores a 1.50, y en condiciones de terreno saturado el factor al deslizamiento para los dos tipos de muros fue 3.13 y 2.46 mientras que para el factor al volteo 2.89 y 3.06 en ambos casos, **conclusión** para el muro de contención de gravedad se registra una disminución porcentual de 4.38% y 3.53% en el factor de seguridad al deslizamiento y al volteo mientras que en el muro de concreto armado en voladizo se registró una reducción porcentual de 2.69% y 1.57% en el (FSD) y (FSV) respecto a los dos tipos de condiciones de terreno seco y saturado.

Gutiérrez (2018) en la tesis de grado titulado: *“Sistemas de estabilidad de taludes Erdox y Gaviones para mejorar el comportamiento estructural y económico del Km.14 Puente Capelo-Chanchamayo, 2019”*, fijo como **objetivo** de investigación, analizar que sistemas de estabilidad de taludes Erdox y Gaviones tiene mejor comportamiento estructural y económico. El estudio fue de tipo **explicativo-experimental**. La población fueron los taludes del tramo Puente Reither - Villa Rica Sector Puente Capelo, **muestra y muestreo** Se tomó de muestra un tramo crítico del km. 14 al Km 15 teniendo un muestreo no probabilístico, los **instrumentos** empleados fueron fichas de observación, ficha de medición, fichas de ensayo de laboratorio. Los principales **resultados** la capacidad portante para un Sistema Gavión disminuyó en 57.86% y utilizando un Sistema Erdox redujo a 71.70% con respecto a la capacidad portante del terreno. Esto quiere decir que aplicando el Erdox sobrecargas menos al terreno que se ejecutará y presentando menos asentamiento durante la vida útil. Se **concluyó** que las presiones sobre terreno empujando el sistema gavión fue 0.67 Kg/cm² y el Sistema Erdox resulta 0.45 Kg/cm², cumpliendo la verificación por asentamiento ya que la capacidad portante del terreno 1.59 Kg/cm².

Coral y Flores (2016) en la tesis de grado titulado: “*Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Bernabé Guridi del distrito de Tarapoto, provincia de San Martín, Región San Martín*”, su **objetivo** de investigación fue, analizar la capacidad portante del suelo, para así poder elaborar un plano de zonificación. Fue un estudio de tipo **descriptiva, no experimental transeccional**. La **población** se toma como datos los análisis de capacidad portante de las distintas edificaciones alrededor del Barrio de Bernabé Guridi, muestra y muestreo corresponde a los suelos obtenidos de las calles del Barrio Bernabé Guridi, los **instrumentos** empleados fueron los ensayos de laboratorio de suelos, **resultados** se realizaron 28 calicatas teniendo resultados en intervalos según el ensayo a realizar. El contenido de humedad varía entre 10.41% - 22.51%, ensayo límites de Atterberg en el límite líquido varía entre 16.73%-30.91%, para el límite plástico 13.05%-15.78%, con un índice de plasticidad que va entre 2.33%-15.48%, en el ensayo granulométrico pasantes del tamiz N°200 intervalo entre 21.40%-58.20%, el ángulo de fricción varía entre 20°-28° con presencia de suelos finos plásticos y suelos finos friccionantes por último una cohesión del suelo que va entre 0.02kg/cm² -0.19kg/cm². Se **concluyó** que los suelos dentro del universo de las 28 calicatas que tienen una cohesión que va entre 0.10 kg/cm²-0.20 kg/cm² y un ángulo de fricción que va entre 11.40°-17.80° son arenosos sin cohesión y faltos de contenido de humedad. Este trabajo también sirve para determinar a partir de un plano de zonificación de la localidad Bernabé Guridi los sectores con el diferente tipo de suelo y poder brindar a la población los datos necesarios para que puedan realizar sus construcciones ya que los estudios de suelos son caros.

Espinoza (2018) en la tesis de grado titulado: “*Sistemas de estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo - Huancavelica, 2018*”, fijo como **objetivo** para la investigación proponer dos sistemas de estabilización de taludes en función de costos, tipo de construcción y duración de construcción en el km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo – Huancavelica, 2018. Fue un estudio de tipo **descriptiva, no experimental**. La **población**, 10 km desde el km 90+000 al 100+000 en la carretera Huancayo-Huancavelica, **muestra y muestreo** se utilizó la técnica del muestreo intencional, los **instrumentos** empleados fueron fichas de recolección de datos. Los

principales **resultados** al realizarse el análisis técnico comparativo entre un muro gavión y un muro de concreto de gravedad se consideró una altura estándar de $H=4.00\text{m}$ en ambos casos, seguidamente se realizó el análisis económico comparativo dando un costo total para el muro gavión de altura de $H=4.00\text{ m}$ de S/.1, 501, 785.11 mientras para un muro de contención de gravedad de altura $H=4.00\text{ m}$ S/.3, 727, 296.55. Para la mano de obra el análisis para el muro gavión de altura $H=4.00\text{ m}$ fue S/.825, 575.70 mientras para un muro de contención de gravedad de altura $H=4.00\text{ m}$ fue S/.2, 560, 080.40. Como costo de material el muro gavión de altura $H=4.00\text{ m}$ fue S/.607, 000.00 mientras para el muro de contención de gravedad de altura $H=4.00\text{ m}$ fue S/.1, 044, 043.00. Por último el análisis para el costo de equipos para el muro gavión de altura $H=4.00\text{ m}$ fue S/.6, 921.41, mientras para el muro de contención de gravedad de altura $H=4.00\text{ m}$ fue S/.123, 173.45. Como **conclusión** se observó que existe una diferencia en costos totales como en costos disgregados por material, mano de obra y equipos, siendo 40.29% más del muro de gravedad sobre el muro gavión, siendo este último el más económico para ser utilizado en el proyecto.

Alvites y Parco (2018) en la tesis de grado titulado: *“Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a. En ñaña”*, tuvo como **objetivo** de investigación proponer una guía constructiva para la defensa ribereña con sistema de muro enrocado. Fue un estudio de tipo **descriptiva, no experimental**. La **población** se definió la margen izquierda del río Rímac, **muestra y muestreo** la planta de CPPQ SA en Ñaña, los **instrumentos** empleados fueron fichas de recolección de datos, Los principales **resultados** al realizarse el análisis económico para la utilización de un muro de protección como defensa ribereña tipo enrocado da que el metro lineal en costo sería de S/. 1, 336.76 y el análisis en metros cúbicos S/.68.41, también se obtiene que los porcentajes de recurso con respecto al costo directo serían en mano de obra 16.45%, en materiales 32.09%, en equipos 51.41% y herramientas 0.05% teniendo que el costo directo del proyecto sería S/.560, 231.30 y los montos en mano de obra sería S/. 92,163.84, en materiales S/.179,784.58, en equipos S/. 288,002.77 y en herramientas S/. 280.12. Como **conclusión** el estudio se realizó sobre un cauce sin mantenimiento en el tiempo, sí se presentara una avenida extraordinaria

generaría erosión en la margen izquierda del río Rímac afectando la planta de CPPQ SA, por tal motivo el estudio del muro de protección tipo enrocado tiene las siguientes dimensiones: 500 ml de longitud, una altura de 4.70 ml y uso de roca con medidas 0.60 x 0.80 x 1.00 ml, para cubrir una profundidad de 1.70 ml. Las capas del material de conformación del terraplén tendrán capas de 30-50 cm. La roca colocada tuvo de rendimiento 150 m³/día con excavadora sobre orugas y una cuadrilla de 2 operarios más 8 ayudantes. El costo final del proyecto fue S/ 677, 879.87 teniendo un ratio de 1, 355.76 Soles/metro lineal o de 68.41 Soles/metro cubico.

Vara (2018) en la tesis de grado titulado: “*Análisis técnico económico comparativo del diseño muro de contención tipo gavión y mampostería en el río Parco, centro poblado de Parco – Piscobamba 2017*”, tuvo como **objetivo** de investigación la realización de un análisis comparativo técnico-económico entre un muro tipo gavión y mampostería. Fue un estudio de tipo **cuantitativa, no experimental**. La **población** se definió el centro poblado de Parco, **muestra y muestreo** el tramo entre las progresivas del 0+000 al 0+485, los **instrumentos** empleados fueron fichas de recolección de datos, datos históricos, programa de computo Hec Ras. Los principales **resultados** al realizarse el análisis económico para la utilización de un muro de protección como defensa ribereña tipo gavión da como costo total S/. 751 ,980.61 mientras un muro de gravedad el costo total S/. 792 ,047.08. Como **conclusión** existe una diferencia económica en el presupuesto entre el muro gavión y de gravedad de S/. 40 ,066.47 para los 485 metros lineales requeridos como defensa ribereña.

En los trabajos previos como antecedentes internacionales Soto (2018) en la tesis de grado titulado: “*Presupuesto para muro gavión a gravedad-para protección de la ribera del río Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca*”, tuvo como **objetivo** de investigación, el diseño de la estructura y cálculo del presupuesto para muros de protección a gravedad. Fue un estudio de tipo **explicativo-cuantitativo**. La **población** sería la del corregimiento de Puerto Bogotá, **muestra y muestreo**, se tomó de muestra un tramo del río Magdalena que pasa por el corregimiento puerto Bogotá, los **instrumentos** empleados fue el estudio de suelos Los principales **resultados** es que con el presupuesto que se realizó para hacer un mejoramiento con gaviones

en la zona urbana para defensa ribereña es que tiene dos secciones a mejorar de 54 metros con altura de 14.00 m y espesor de 1.00 m, ambas separadas por el muro gavión ya existente. Se **concluyó** que según el trabajo a realizar, la cantidad de partidas definidas y el análisis de precios unitarios se tiene un presupuesto en costo directo para el sector a estudiar es de \$ 778 475.845 pesos colombianos.

Ayabaca y Salazar (2018) en la tesis de grado titulado: *“Análisis comparativo técnico-económico entre muro de contención de hormigón armado y muro de contención de suelos mecánicamente estabilizado con el sistema terramesh para el proyecto urbanización toscana”*, fijo como **objetivo** la comparación técnico-económica de un muro de hormigón armado y un muro tipo Terramesh. Fue un estudio de tipo **cuantitativo, no experimental**. La **población** sería la urbanización la toscana en Quito, **muestra y muestreo** fueron los residentes de la urbanización, los **instrumentos** fichas de recopilación de datos, como **resultados** se observó que los muros de contención en voladizo de más de 6 metros de altura se necesitan secciones grandes en la pantalla y cimentación para absorber los momentos actuantes lo que acrecienta su costo, esto no pasa en los muros del sistema Terramesh. Se **concluyó** que el sistema terramesh técnica y económicamente tiene una amplia ventaja respecto al hormigón armado, tiene menor impacto la arquitectura, medio ambiente, menor tiempo de ejecución y cumple con las normas constructivas del país

A continuación se detallan las teorías relacionadas al trabajo de investigación, teniendo como primer punto las obras longitudinales que son las que están construidas dentro de un cauce de un río para que el curso de aguas de un río genere problemas en centros poblados o áreas agrícolas. Sirven también para recuperar los terrenos en las márgenes que se van erosionando.

Dentro de las obras longitudinales se analizará de forma técnica-económica tres tipos de defensa ribereña a fin de determinar cuál será el sistema a utilizar.

Gaviones

El diseño de presas de gaviones requiere determinar las correspondientes dimensiones geométricas (altura, espaciamiento y empotramiento de la presa) hidráulicas y estructurales (estabilidad al volteo y deslizamiento horizontal, así

como del revestimiento del tanque amortiguador y análisis de cimentación) (Camargo y Franco, 2001, p.30).

Los gaviones son estructuras en forma de canastas prismáticas de tipo rectangular, construidos en cajas de malla hexagonal tejado a doble torsión de fierro galvanizado de diferente calibre de diámetro y forrado con pvc para evitar la fricción dinámica del agua, están rellenos con piedra canto rodado de preferencia entre diámetros de 6" a 8". Como proceso constructivo las mallas del gavión tienen que ser rellenas en el lugar exacto donde se colocara la estructura, evita la acumulación de tensiones por presión hidrostática en la parte posterior del muro ya que los vacíos que se generan entre piedras del gavión lo hacen permeable, también son estructuras que reducen el ruido, eco amigables con el medio ambiente ya que en los espacios entre piedras se van depositando suelos que permiten el desarrollo de vegetación y apropiadas en zonas de pendiente suave y media del rio.

Existen diferentes tipos de gavión según en lo que se va utilizar:

Gaviones tipo colchón; De forma prismática tipo paralelepípedo donde su largo tiene mayor longitud que su altura y esta varía entre 20 a 30 cm. Consta de dos partes, la base y la tapa, está dividido por diafragmas que lo van segmentando en longitudes simétricas todo su largo y como función principal es la de servir como revestimiento flexible a los fondos de curso de agua.

Gavión tipo caja; De forma prismática tipo paralelepípedo, además de una malla hexagonal de doble torsión, dividido por diafragmas que distribuyen los volúmenes y pesos del material pétreo con el que se rellena la estructura de forma simétrica en todo su largo que varía entre 1.5 m a 4 m.

Se le dice gavión tipo caja cuando su altura varia de 0.50 m a 1.00 m y su ancho es de 1.00 m.

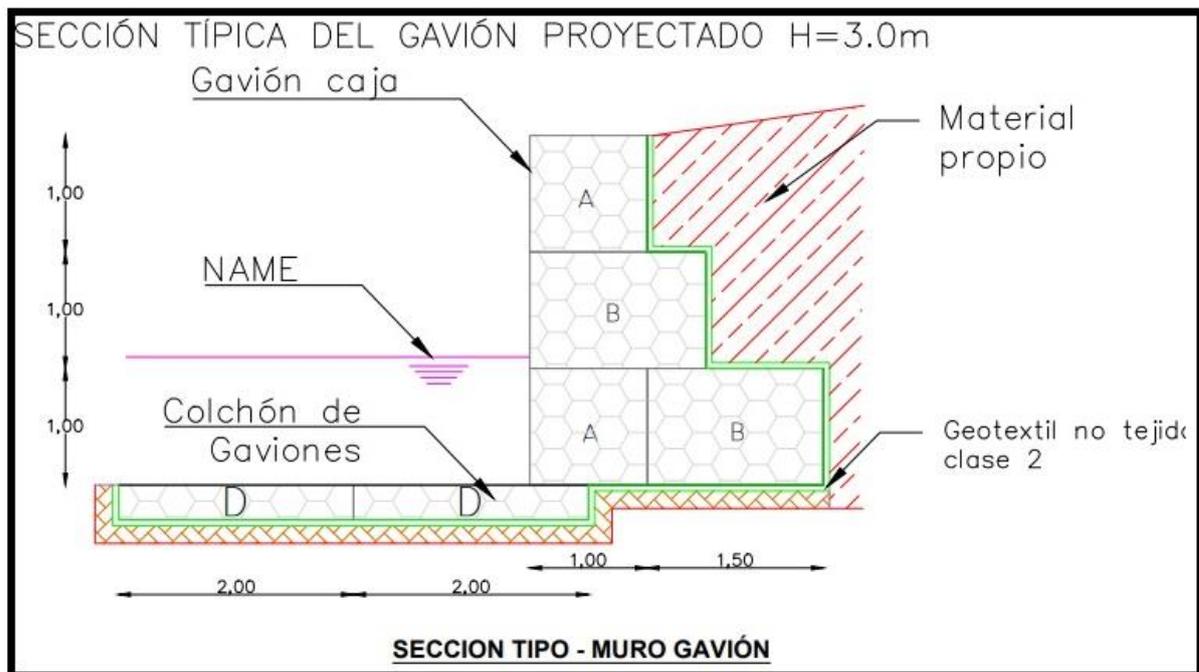


Figura 1 Sección típica del gavión

Gavión tipo saco; Tienen forma de cilindro, están formados por una malla hexagonal de doble torsión siendo estructuras que se utilizan cuando hay trabajos de emergencia armándose fuera del área de trabajo, llenándose con material por medio de equipo pesado y trasladándose al punto de igual manera.

Para el diseño de muros gavión se debe tener en cuenta que existen diferentes fuerzas que se deben de calcular para que la estructura no falle, la principal es la fuerza de empuje del terreno que normalmente se obtiene utilizando el método de Coulomb. Se extrae una cuña bidimensional indeformable donde actúan fuerzas como el peso propio del relleno, la fuerza de fricción interna distribuidas en todo el plano de la superficie de fractura entre elemento que forman el muro, al ser muros gaviones se omite la fuerza hidrostática ya que este tipo de muros son permeables. El cálculo de empuje activo de un muro se determina con la expresión:

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \gamma_s H^2 - 2 K_a^{1/2} C H$$

Donde:

E_a = Empuje activo

K_a = Coeficiente de empuje activo

γ_s = Peso específico del suelo

H = Altura donde actúa el empuje

C = Cohesión del terreno

Para encontrar el empuje activo se debe tener el ángulo de fricción del terreno el cual está determinado por la fricción, cohesión y las formas de las partículas del material granular. Los ángulos de ciertos materiales granulares han sido obtenidos en laboratorio y se tiene la tabla N°1, donde se pueden observar:

Tabla 1 *Ángulos de fricción según tipo de suelo*

Tipo de suelos	ϕ (grados)
Arena: granos redondeados	
Suelta	27-30
Media	30-35
Densa	35-38
Arena: granos angulares	
Suelta	30-35
Media	35-40
Densa	40-45
Grava con algo de arena	34-48
Limos	26-35

Fuente: Elaboración Propia

Entre las ventajas de trabajar con muros tipo gavión para las protecciones de defensas ribereñas se tiene lo siguiente:

Flexibilidad, Al ser estructuras que están sometidas a empujes grandes de terreno o sobre suelos inestables su deformación es lenta lo que permite poder solucionar el problema sin perder su funcionalidad o el colapso no ocurre de forma repentina.

Permeabilidad, Al existir vacíos que se generan entre las piedras de relleno y la malla evitan que se tengan presiones hidrostáticas.

Economía, al no necesitar mano de obra calificada y maquinaria pesada para su ejecución abarata el costo de la partida.

Muro de contención de gravedad

Son muros con gran masa que resisten el empuje mediante su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos; suelen ser económicos para alturas moderadas, menores de 5 m, son muros con dimensiones generosas, que no requieren de refuerzo (Torres, 2008, p.5).

Un muro de gravedad o mampostería estructural depende de su mismo peso para su estabilidad así evitar el deslizamiento o vuelco de la estructura por fuerza horizontales transmitidos por el terreno. Estos muros son compuesto de concreto ciclópeo adicionándole piedra mediana por lo general en proporción de 30% del volumen total.

Estos muros por lo general son utilizados para la contención de tierras donde la impermeabilización y el drenaje forman un papel importante para el mantenimiento de la estructura y su buena funcionalidad, cuando se utiliza para la contención de líquidos estos muros debieron haber tenido un vaciado constante y vibrado con un control adecuado en los tiempos de este procedimiento para obtener caras sin presencia de patologías en el concreto y así se dé una buena impermeabilización de la estructura.

Para poder realizar un muro de contención de gravedad se debe tener los siguientes pasos:

- Selección de medidas del muro se inicia de forma tentativa con un predimensionamiento utilizando la relación entre el ancho de su base y su altura, teniendo en cuenta que su altura por lo general debe estar en el rango de entre 2 a 5 metros, no tienen pie ni talón.
- Realizar el cálculo de la estabilidad frente a fuerzas actuantes del terreno y/o agua, si los resultados no son satisfactorios se vuelve a calcular cambiando las medidas iniciales y se hace sucesivamente hasta llegar a tener los resultados óptimos. Por lo general se tiene como espesores tentativos en la parte superior o zona de coronación medidas de 30 a 60 centímetros mientras en la parte inferior de 40 a 70% de la altura del muro.

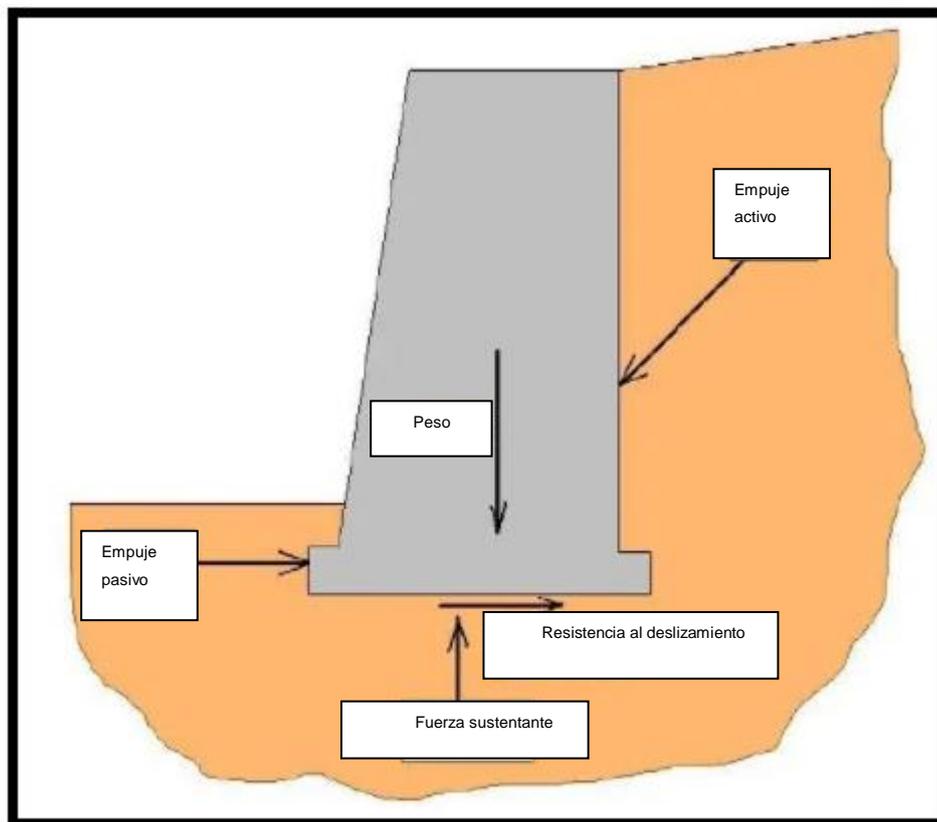


Figura 2 Sección típica muro de gravedad

Al realizar el análisis de un muro de contención de gravedad se calculan las siguientes fuerzas:

- Peso propio, es la fuerza en el centro de gravedad del elemento dada por el peso de misma estructura hacia el terreno.
- Fuerza empuje activo, es la fuerza lateral que transmite el terreno a la cara lateral del muro.

Fuerza empuje pasivo, es la fuerza que genera la estructura hacia el terreno a sostener en muchos casos no se considera en el cálculo del muro.

Fuerza normal del terreno a la base de la estructura, es una fuerza distribuida en forma trapezoidal en la base de la estructura con resultante en su centro de gravedad.

Fuerza de filtración debido al agua, se puede determinar mediante la red de flujo.

Teniendo todo estos datos se investiga la estabilidad del muro respecto al volcamiento, deslizamiento y su resistencia del terreno para soportar la estructura sin que este pueda deslizarse por el plano de su base o se genere un asentamiento excesivo.

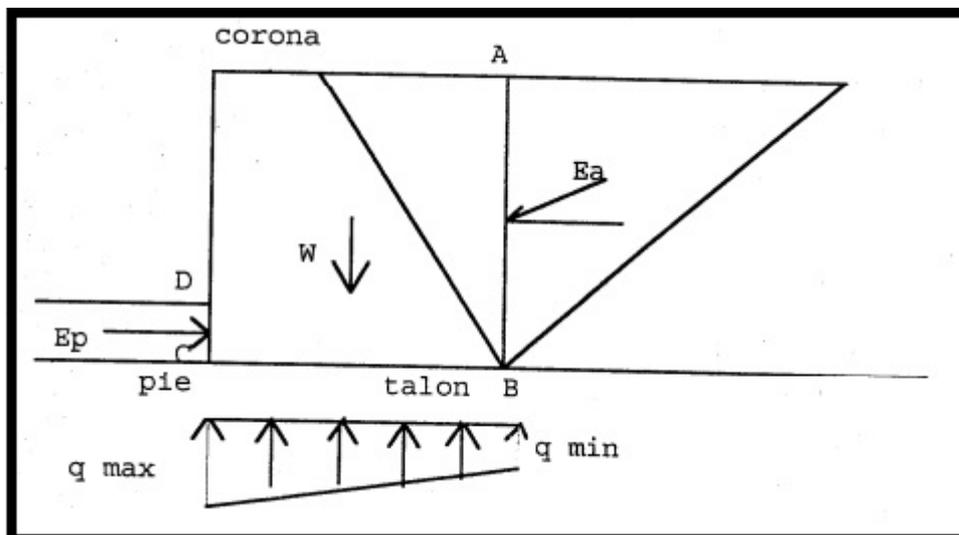


Figura 3 Fuerzas actuantes en un muro de gravedad

Enrocados

Son estructuras de defensa ribereña utilizando rocas de forma angular en un talud que previamente se ha realizado de afirmado o material granular según especificaciones técnicas del proyecto con la ayuda de maquinaria pesada para su transporte y colocación. El objetivo de este tipo de obra longitudinal de defensa ribereña es la protección de la márgenes de la socavación y erosión que se genera por el agua teniendo varias ventajas como el tratamiento del río para mantener el alineamiento de la ribera, protección de las márgenes contra los desbordes, protección contra la erosión del agua en las márgenes del río ya que al generar rugosidad superficial la velocidad del escurrimiento disminuye, protección de subestructura de un puentes, son estructuras eco amigables con la naturaleza, son estructuras flexibles adaptándose bien a los asentamientos de terreno además las rocas no sufren mucho desgaste.

La estabilidad de un enrocado depende, de la velocidad del flujo tangencial y la dirección de este respecto al plano del enrocado influyendo mucho el ángulo del talud de la estructura y las características de la roca. Para el diseño de estas estructuras se necesita obtener la velocidad media del flujo de agua, el número de froude y la celeridad relativa de las ondas pequeñas, flujo con nivel de turbulencia normal. Para los enrocados la roca debe tener ciertas condiciones para su uso, la principal la resistencia a la abrasión determinada por el ensayo de los Ángeles, también deberán tener tamaños que varían entre 0.50 m a 1.50 m.

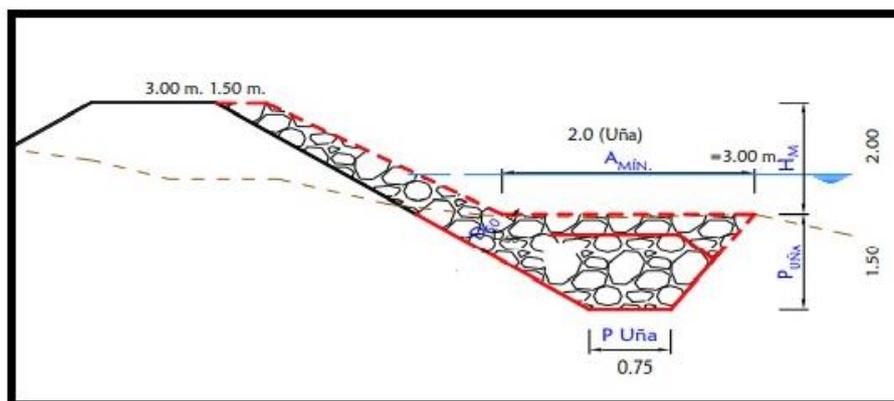


Figura 4 Sección típica de un muro tipo enrocado

Presiones de tierra y estabilidad.

Presiones de tierra

Según el reglamento nacional de edificación “Todo muro de contención será diseñado para resistir, en adición a las cargas verticales que actúan sobre él, la presión lateral del suelo y sobrecargas, más la presión hidrostática correspondiente al máximo nivel freático probable” (Norma E.020, 2006 p. 208).

Para determinar que una estructura puede trabajar se necesita saber si la presión ejercida en el terreno es menor a la capacidad portante del terreno.

Factor de seguridad al volteo

Según el reglamento nacional de edificaciones capítulo N°6 “La edificación o cualquiera de sus partes, será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5 contra la falla por volteo” (Norma E.20, 2006 p.209).

El volcamiento es el giro y/o colapso de una estructura que estabiliza un talud debido a una fuerza externa llamada empuje activo producto de la presión del material estabilizado sobre el elemento de contención.

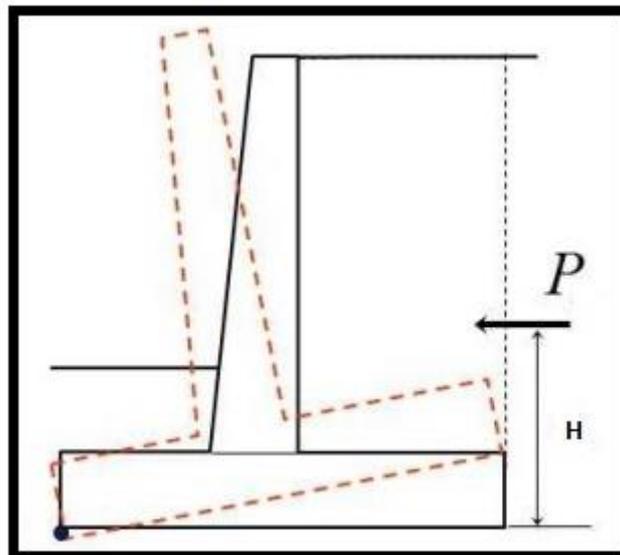


Figura 5

Falla por volcamiento

El factor de seguridad al volteo obtenido debe ser mayor al coeficiente que el reglamento nacional de edificaciones tiene como valor máximo. Para el momento al volcamiento es el siguiente.

$$M_o = E_a H \times Y_{cg}$$

$E_a H$ = Empuje activo horizontal

Y_{cg} = Altura centro gravedad

$$FSV = \frac{\sum M}{M_o} \geq 1.5$$

Factor de seguridad al deslizamiento

Según el reglamento nacional de edificaciones capítulo N°6 “La edificación o cualquiera de sus partes será diseñada para proveer un coeficiente de seguridad mínimo de 1.25 contra la falla por deslizamiento. Los coeficientes de fricción serán establecidos por el proyectista a partir de valores usuales empleados en ingeniería” (Norma E.20, 2006 p.209).

Cuando existe un deslizamiento de tierra el muro debe ejercer una contrafuerza para contener la masa transmitiéndola hacia la cimentación por fuera de la masa susceptible a moverse.

La ecuación para determinar el factor de seguridad al volteo y que debe superar el coeficiente del reglamento nacional de edificaciones es el siguiente.

$$FSD = \frac{\sum \text{fuerzas horizontales existentes}}{\sum \text{fuerzas horizontales de empuje}}$$

Comportamiento mecánico

Capacidad portante del terreno

La mayoría de depósitos naturales han estado sujetos a algún grado de secado o desecación, por lo que una capa o costra se consolidada de mayor resistencia se forma cerca de la superficie.

“Esta costra, de varios metros, proporciona una capacidad portante más alta que el suelo más profundo para cimentaciones superficiales de zapatas, y puede servir como una “placa” para distribuir los esfuerzos más uniformemente a las capas infrayacentes de arcilla blanda” (Alva, 2021 p.39).

Es la capacidad que tiene un terreno para soportar las fuerzas aplicadas sobre él, así evitar que se produzca una falla por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

Para obtener la capacidad portante del terreno, debe estudiar el material que lo compone reconociendo el lugar donde se tomaran las muestras, trazar los puntos para la extracción de muestras de suelo mediante calicatas, ensayarlas en laboratorio y con los datos obtenidos se realiza el cálculo de la capacidad portante además de su perfil estratigráfico.

Costos del proyecto

Costos de material

“Las cantidades de materiales se establecen de acuerdo a condiciones pre-establecidas físicas o geométricas dadas de acuerdo a un estudio técnico del mismo, teniendo como referencia las publicaciones especializadas o, siendo aún mejor, elaborando los análisis con registros directos de obra” (Capeco, 2017 p.15).

En un proyecto en curso para obtención de los costos de materiales se utilizan cuadros de información basados en los registros de ingreso y salida del almacén. Teniendo esta información se compara con las ventas mes a mes así evaluarla utilidad en un periodo determinado.

$$\text{Utilidad} = \text{Venta} - \text{Costo}$$

$$\% \text{ Utilidad} = \frac{(\text{venta} - \text{costo})}{\text{venta}} \times 100$$

Costos de mano de obra

Costo directo está conformado por los materiales, manos de obra no calificada, maquinarias y herramientas es la suma parcial de los costos parciales de las partidas, lo que participan directamente en el desarrollo del proyecto” Según (Eyzaguirre, 2017, p.142).

Es el proceso donde se mide las horas-hombre (hh) de cada trabajador direccionándolo a cada fase que tiene el proyecto así obteniendo los costos de mano de obra por fase. Para tener un orden para el control y seguimiento en el proceso de medición se debe implementar órdenes de trabajo que después son contrastadas con las planillas de pago del personal. El responsable de la toma de datos debe ser un asistente o ingeniero de producción y quien valida el faseado de estas horas es el ingeniero residente.

El pago de cada trabajador debe estar según la tabla de remuneraciones de la mano de obra para los trabajadores de construcción civil de la zona y tiene actualizada.

Costos de equipos

Este costo reúne tres tipos de gastos:

Gastos fijos.- Son gastos de almacenaje, repuestos, seguros impuestos

Gastos variables.- Lubricantes, grasas, filtros

Gastos de operación.- Son los costos de los operadores de la maquinaria de obra sea liviana o pesada además de considerar en el caso sea subcontratado el costo de horas-maquina (hm), equipo de seguridad y por ultimo un porcentaje de herramientas menores.

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Define el método científico como “el camino general de carácter cognitivo, que debe recorrer el investigador desde el punto de partida hasta alcanzar la meta o fin y por tanto orienta el proceso global de la investigación científica, desde el descubrimiento del problema científico como punto de partida hasta la presentación del informe científico como punto de llegada o meta” (Ñaupas et al, 2018, p.171).

La presente investigación se realizó mediante **método científico** ya que se tiene un problema que es el inicio de la investigación paso seguido se realiza una investigación para encontrar la solución.

Por propósito este trabajo es considerado de **tipo aplicada** ya que pretende dar solución a un problema que afecta a un individuo o a un grupo de personas. Por lo general la investigación aplicada parte de la investigación básica para identificar problemas sobre los que se deben de intervenir generando estrategias para poder solucionarlas.

“A diferencia de la investigación teórica, la práctica o aplicada busca o tiene como fin la aplicación inmediata de los conocimientos obtenidos, lo cual no significa que sea menos meritoria. Opino que ambas son necesarias, una no puede existir sin la otra, pues se retroalimentan y se autocorrigien. La investigación aplicada no se contrapone a la teórica, ni está en oposición o desligada de ella. Somos los seres humanos quienes oponemos nuestros puntos de vista” (Muñoz, 2016, p.85).

Por enfoque la investigación es de tipo **cuantitativa** porque considera que el conocimiento debe ser objetivo donde se prioriza los datos numéricos para ser interpretados y dar una noticia fundamentada del hecho, objeto o fenómeno estudiado.

Los instrumentos para recopilar la información se pueden diseñar por el propio investigador lo cual resulta económicamente caro por tal razón se busca data en estadística de instituciones.

“En los dos procesos, las técnicas de recolección de datos pueden ser múltiples. Por ejemplo, en la investigación cuantitativa: cuestionarios

cerrados, regidos de datos estadísticos, pruebas estandarizadas, sistemas de mediciones fisiológicas, etc. En los estudios cualitativos: entrevistas profundas, pruebas proyectivas, cuestionarios abiertos, sesiones de grupo, biografías, revisión de archivos, observación, entre otros” (USMP, 2019, p.36).

El nivel de la investigación es de tipo **explicativo**, estudia el origen del problema para determinar su porque, saber que lo genero y que pasara a futuro. Este tipo de investigación requiere mayor información, es estructurada analizando las causales para explicarla razón de los fenómenos estudiados.

“Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández, 2014, p.97).

El diseño de la investigación es de tipo **cuasi experimental** ya que se investiga con un conjunto de procedimientos o estrategias para muestras no aleatorias orientadas a la evaluación del impacto de lo que se estudia.

“Los diseños cuasi-experimentales, principales instrumentos de trabajo dentro del ámbito aplicado, son esquemas de investigación no aleatorios. Dado la no aleatorización, no es posible establecer de forma exacta la equivalencia inicial de los grupos, como ocurre en los diseños experimentales” (Bono, 2012, p.2).

3.2 Variables y operacionalizacion

3.2.1 Variables

Se considera que “la variable puede entenderse como característica, cualidad o atributo de la realidad susceptible de asumir distintos valores.

Podemos identificar distintos tipos de variables, según la relación que guarden en la investigación” (Muñoz, 2016, p.158),

Las variables de investigación son propiedades cuantitativas o cualitativas de un fenómeno u objeto, variando respecto a las unidades de observación.

A continuación se describen las variables de la investigación:

- Variable Independiente: Estructuras defensas ribereñas

“Las obras construidas en el cauce de un río pueden tener por finalidad dar solución a problemas que requieren de, protección de las márgenes frente a la erosión, protección frente a las inundaciones, fijación del trazado del cauce, mejoramiento de las condiciones hidráulicas” (Fracassi, 2019, p.59).

- Variable dependiente: Viabilidad técnica-económica

“Los proyectos entonces son planteamientos de solución a una necesidad en particular, que serán sometidos a evaluaciones para que finalmente se tome la decisión de cuál o cuáles son las soluciones más pertinentes, desde el punto de vista económico, financiero y social” (Eyzaguirre, 2010, p.13).

Anexo N°1, Matriz de consistencia

3.2.2 Operacionalización

Anexo N°2, Matriz de operacionalización.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

“La población puede ser definida como el total de las unidades de estudio que contienen las características requeridas para ser consideradas como tales. Estas unidades pueden ser personas, objetos, conglomerados,

hechos o fenómenos, que presentan las características requeridas para la investigación” (Ñaupas et al, 2018, p.334).

En esta investigación la población corresponde a las secciones de la cuenca del río Solivin que tienen condiciones de desborde en sus márgenes.

3.3.2 Muestra

“La muestra es el segmento de la población que se considera representativa de un universo y se selecciona para obtener información acerca de las variables objeto de estudio”. (Muñoz, 2016, p.169)

La muestra para la presente investigación se tomó como referencias los márgenes del río Solivin que están en el puente del mismo nombre 93.80 m aguas arriba y 93.80 m aguas abajo, en el centro poblado San Jacinto, distrito de Nepeña, provincia de Santa, departamento de Ancash. Este sector es el más poblado y más crítico en todo el curso del río Solivin.

3.3.3 Muestreo

“En las muestras no probabilísticas se seleccionan los elementos sin conocimiento de sus posibilidades de selección. Las muestras no probabilísticas tienen las ventajas de ser rápidas, económicas, fáciles de realizar, de menor costo; sin embargo, son inexactas, pueden contener sesgos en la información obtenida, presentan también el riesgo de que los resultados no se pueden generalizar, precisamente por el alto riesgo de su inexactitud” (Muñoz, 2016, p.171).

Estudios de forma aleatoria en ambos márgenes del río Solivin en el centro poblado San Jacinto. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.4 Técnicas

La técnica se define como “conjunto de procedimientos de que se sirve una ciencia o arte, así como las habilidades para manejarlos” (De Pina Vara, 2005, p.465).

La técnica utilizada en la presente investigación es la de observación directa que básicamente es la inspección y estudio descriptivo que realiza el investigador sucediendo lugar de forma espontánea en el tiempo en el que se realiza y arrojándolas a las exigencias de la investigación.

La recolección de datos se obtiene para realizar los estudios básicos de ingeniería.

3.3.5 Instrumento

“Los instrumentos de recolección de datos aluden a los recursos que emplea el investigador para acercarse a los fenómenos objeto de estudio y extraer información de ellos. Es evidente que los instrumentos pueden ir desde los materiales de medición hasta el instrumental más sofisticado para obtener cualquier tipo de información” (Muñoz, 2016, p.186).

Las fichas son instrumentos que sirven en la recolección de datos los cuales plasmamos de forma escrita la información que se va encontrando en el proceso de búsqueda y así tener al alcance en cualquier momento todo lo recopilado.

Los instrumentos que se utilizaron fueron, fichas de recolección de datos.

3.3.6 Validación.

“La evaluación mediante el juicio de experto consiste, básicamente, en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto” (Cabrero y Llorente, 2013, p.14).

Así tenemos tres expertos que revisaron la investigación los cuales son.

Experto N°1

Ing. Luisa Fernanda Lama Landázuri, CIP 243699

Experto N°2

Ing. Walter Augusto Timana Castillo, CIP 228020

Experto N°3.

Ing. Edgar Peter Zubiaurr Villalobos, CIP 138072

Anexo N°3, Ficha de recolección de datos validada por expertos

3.3.7 Confiabilidad del instrumento

“Se refiere a la coherencia de los datos e información obtenidos. La confiabilidad se relaciona particularmente con la técnica y, sobre todo, con los instrumentos empleados en la investigación, lo que asegura resultados consistentes” (Muñoz, 2016, p.186).

La confiabilidad del instrumento es grado en el cual una variable tiene el mismo valor cuando se mide varias veces siendo la mejor forma de evaluar la comparación entre diferentes mediciones.

Se refiere al grado en que la aplicación repetida del instrumento (a las mismas unidades de estudio en idénticas condiciones), produce iguales resultados. Implica precisión en la medición. El contenido del instrumento debe abarcar todas las variables que se quieren medir

3.4 Procedimientos

Etapa I, descripción del proyecto.

Etapa II, estudios preliminares.

Etapa III, guía constructiva para la construcción del muro gavión.

Etapa IV, guía constructiva para la construcción del muro de gravedad.

Etapa V, guía constructiva para la construcción del enrocado.

Etapa VI, capacidad portante del terreno

Etapa VII, análisis económico del muro gavión.

Etapa VIII, análisis económico del muro de gravedad.

Etapa IX, análisis económico del enrocado.

Etapa X, interpretación de los resultados.

3.5 Método de análisis de datos

“Mediante el procesamiento y análisis de datos se conoce el comportamiento de las variables involucradas y, con ello, se comprueban o no las hipótesis planteadas y, por tanto, se determina si la investigación ha cumplido los objetivos” (Muñoz, 2016, p.230).

Los métodos de la investigación descriptiva principalmente son el observacional, el de encuestas y los estudios de caso único

3.6 Aspectos éticos

“La ética, entendida como el saber que reflexiona sobre las acciones reguladoras de las conductas sociales y del ejercicio de la voluntad individual, permite la comprensión de la diversidad de sistemas de valores y constituye un referente a través del cual se establece un reordenamiento de las relaciones sociales, creando una perspectiva ética - social que invita a la investigación a preguntarse por las normas, valores, pautas de conductas, visiones y racionalidades presentes en los heterogéneos actores sociales con los que interactúa” (Ojeda de López, et al, 2007, p.356).

Toda investigación se hace de acuerdo principios éticos básicos como el respeto a las personas, la justicia y la búsqueda del bien, no considerar estos aspectos como un tema burocrático.

En la presente investigación se está respetando los derechos de autor en cada una de las citas utilizadas, el uso del programa turnitin para evaluar el porcentaje de similitud de la investigación con un sistema de base de datos.

Anexo N°4. Revisión de turnitin

IV RESULTADOS

4.1 Desarrollo del Procedimiento

Reconocimiento de la Zona de Estudio

Según la red vial del Perú el área de investigación se encuentra ubicado en el distrito de Nepeña, provincia de Santa, departamento de Ancash, carretera Emp. AN – 104 – San Jacinto: Emp. AN 919 - Solivin, camino vecinal.

- Latitud: 9°8'45.472" S
- Longitud: 78°16'52.772" O
- Ubicación UTM (17S): 798 802 m E, 8 987 891 m N
- Altitud media: 255 m.s.n.m.

Partiendo de Lima por la Carretera Panamericana Norte (Carretera Ruta PE – 1N), tramo asfaltado en buen estado con una distancia de 455 km en un tiempo de viaje de 7 horas se llega a la ciudad de Chimbote, posteriormente con un recorrido de 27.8 km y un tiempo de 35 minutos se llega de Chimbote al desvío Nepeña-Moro mediante una vía asfaltada en buen estado, por ultimo tomando este desvío se llega al centro poblado San Jacinto recorriendo una distancia de 22 km y un tiempo de 30 min. Este centro poblado se encuentra en una zona de influencia entre la costa y la sierra, se puede llegar tanto de Chimbote como de Caraz y Yungay en tiempos cortos ya que está a los pies de la cordillera negra de los andes centrales.

Tabla 2 *Distancias y tiempos desde Lima*

Nº Ruta	Medio de Transporte	Tramo	Distancia (Km.)	Tiempo de viaje	Estado de la vía
1	Terrestre	Lima – Chimbote	455 km	7 h 00 min	Asfaltado Buena
		Chimbote – EMP PE-1N (Dv. Moro)	27.8 km	35 min	Asfaltado Buena
		EMP PE- 1N (DV Moro) – EMP.AN 919- Solivin	22.0 km	30 min	Asfaltado Buena

Fuente: Elaboración Propia

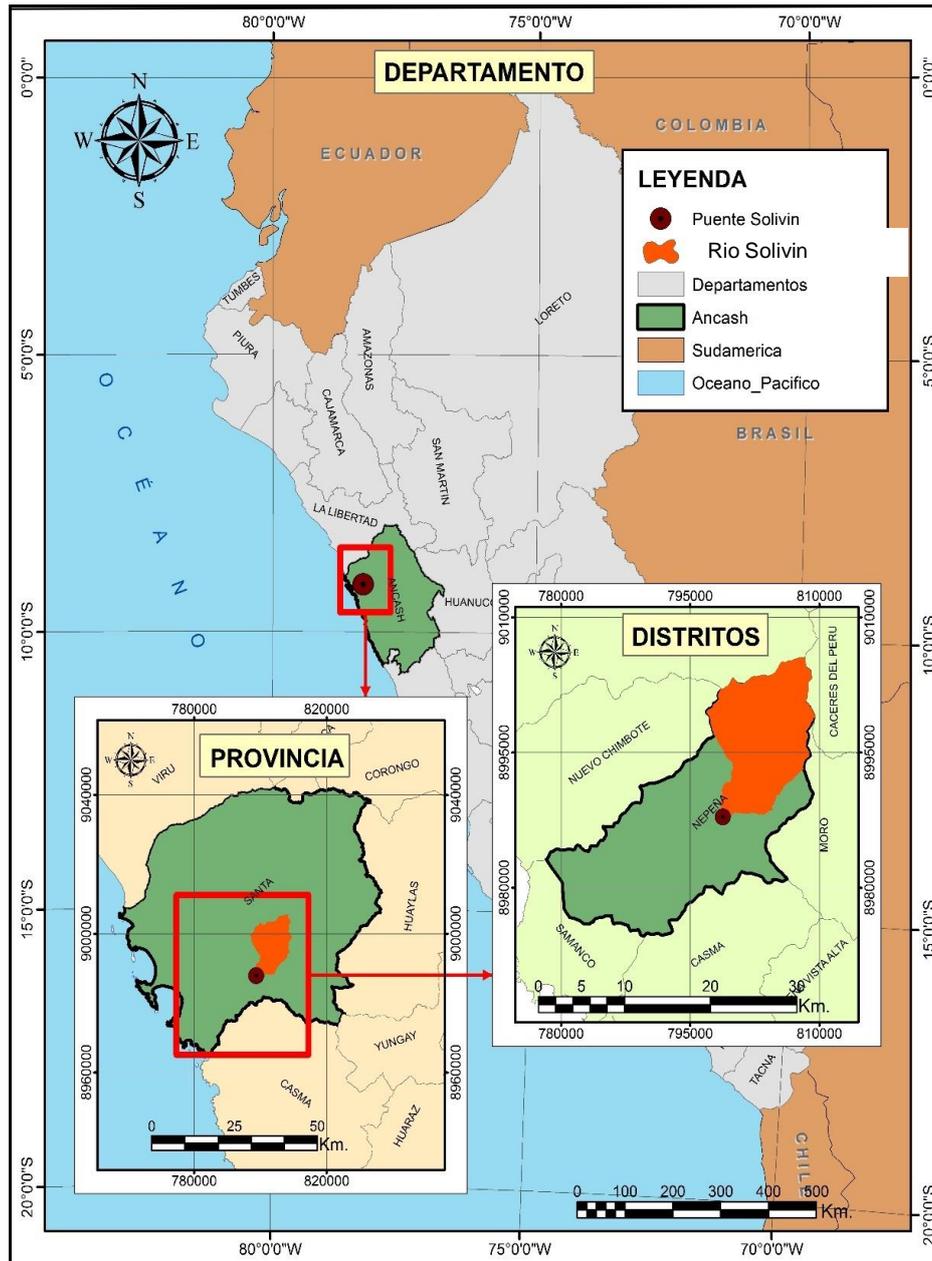


Figura 6 Ubicación geográfica de Nepeña-San Jacinto

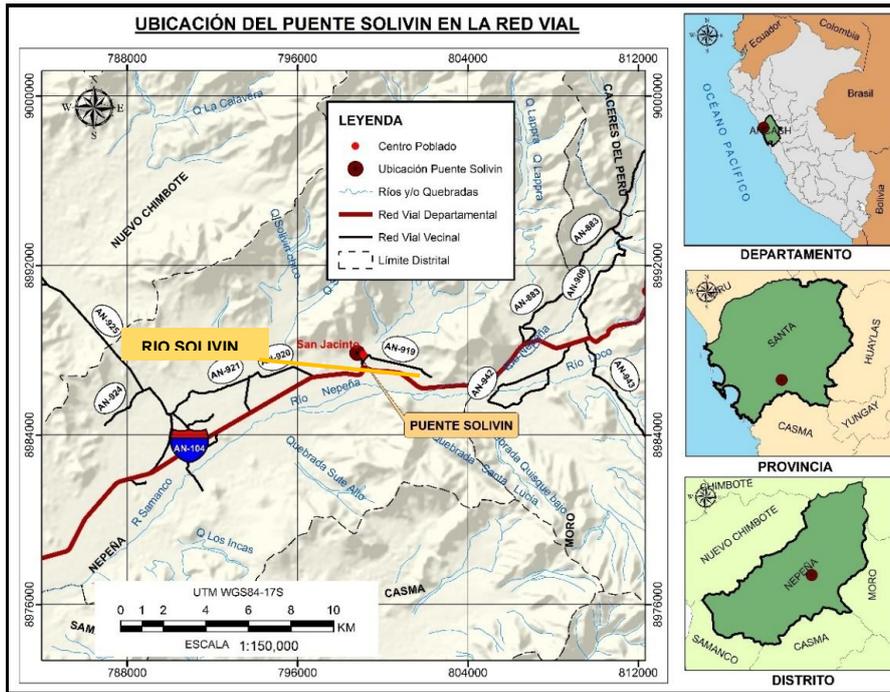


Figura 7 Ubicación geográfica de Río Solivin



Figura 8 Defensas ribereñas del Río Solivin

El fenómeno del niño costero del año 2017 el puente y las protecciones ribereñas existentes fueron arrasados por huaycos dejando incomunicados a los pobladores de ambas márgenes del centro poblado San Jacinto, este río se activa estacionalmente en épocas pluviales y grandes avenidas. La cuenca del río Solivin tiene un área aproximada de 149 km², cuenta con escasa cobertura vegetal, por lo que posee gran capacidad de generar sedimentos que son transportados por el flujo en épocas de lluvias.

4.2 Estudios Preliminares

4.2.1 Topografía

4.2.1.1 Metodología de Trabajo

La metodología que se adoptó para la siguiente investigación fue la siguiente:

Se recopiló y evaluó la información topográfica existente: cartas nacionales, fichas del IGN de puntos geodésicos de primer orden (Estaciones de Rastreo Permanente), planos topográficos que se realizaron en el área de estudio.

Se desplazó la brigada de topografía a la zona en estudio.

Se reconoció en campo la zona de estudio, verificando el área de trabajo, así como las zonas aledañas para su delimitación.

Se realizó la monumentación de dos puntos de Control Geodésicos denominados: ANC18145 (Margen Izquierda de la Quebrada Solivin) y ANC18146 (Margen derecha de la Quebrada Solivin), estos puntos a su vez son considerados como BMs.

Se estableció una poligonal primaria: donde los Puntos de Control Geodésicos forman parte de dicha poligonal conjuntamente con 02 BMs (BM 01 – BM 02) monumentados en campo.

Se estableció la poligonal secundaria con punto base de GPS Diferencial en el Punto Geodésico ANC18145, a partir de la cual se realizaron todas las actividades complementarias del levantamiento topográfico.

Se empleó 03 GPS Diferenciales Trimble, modelos R10, R8-3 y un R6 para realizar un levantamiento topográfico en modo RTK (Real Time Kinematic) usando una base Trimble R7 – con Antena Zephyr Geodetic y radio externa Trimble HPB 450.

Se utilizó métodos fotogramétricos por medio del empleo de un Vehículo Aéreo No Tripulado (RPAS), Marca Parrot – Anafi Extended, esto debido al nivel de detalle que la proyección de las defensas ribereñas amerita, ya que el emplazamiento se encuentra en una zona urbana con alta concentración de tráfico y bastante variación por cuestiones de expansión urbana y algunas zonas de característica inaccesible, todo esto bajo un estricto control de calidad, con puntos de foto control topográfico.

El trabajo de campo se ejecutó en forma diaria transmitiendo la información a una computadora, procesándola para la obtención de los planos topográficos

4.2.1.2 *Trabajos preliminares*

Los procedimientos satelitales se utilizaron para las siguientes actividades de campo y gabinete:

- Planeamiento
- Reconocimiento y Monumentación de Hitos (BMs)
- Georreferenciación
- Medición de BMs

Planeamiento.

Etapa de pre evaluación, se evaluó los factores de precisión requeridos, disponibilidad de equipos, cantidad de materiales, de personal para tener un planeamiento óptimo estableciendo normas y procedimientos específicos del levantamiento topográfico.

Se realizó la búsqueda de información sobre la ubicación y las características del lugar para el establecimiento de los puntos de control geodésicos. El sistema en que se trabajo es en UTM WGS84 - Zona 17S. La clasificación de los puntos tomados en campos corresponde a Puntos de Orden "C".

Tabla 3 *Clasificación de puntos geodésicos*

ORDEN	CLASE	PRECISIÓN RELATIVA
0	Única	1:100 000 000
A	Única	1:10 000 000
B	Única	1:1 000 000
C	Única	1:100 000

Fuente: Elaboración Propia

El objetivo de la Georreferenciación fue la medición y documentación de los dos Puntos de Control Base del Proyecto (ANC18145 y ANC18146), que fueron colocados estratégicamente para una mejor lectura, precisión y lejos de cualquier agente extraño que lo pueda mover o dañar.

También fue necesario identificar la Estación de Rastreo Permanente GNSS (ERP) más cercana (AN02) a la zona del proyecto (distancia no mayor a 100 KM), y que esté enlazada a la Red Geodésica Nacional, que proporciona data de observación por un lapso de 24 horas, con lecturas comprendidas según el horario UTC-5 (Correspondiente al Perú) y por consiguiente, lecturas que estén comprendidas entre 7:00 pm de un

determinado día (inicio del rastreo diario) a las 7:00 pm del día siguiente (fin del rastreo diario).

Se empleó la Estación De Rastreo Permanente: AN02 – Chimbote, como Estación Base de Referencia, punto enlazado a la Red Geodésica Nacional necesario para el Ajuste y Triangulación para enlazar los Puntos Geodésicos (ANC18145 y ANC18146), y cuya codificación fue suministrada por el Departamento de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional.

Reconocimiento y Monumentación.

Se verifico en el terreno las características definidas por el planeamiento estableciendo las condiciones y modalidades no previstas por el mismo.

Los puntos de orden C se distribuyeron, de tal manera que el punto ANC18145 se ubicó en el margen izquierdo del cauce a un nivel intermedio y el punto ANC18146 también en el margen izquierdo, pero a un nivel más alejado con respecto al emplazamiento del puente existente sobre el rio Solivin, en donde dichos puntos se materializaron sobre hitos de concreto de 40 x 40 x 60 cm, con incrustación de una placa de bronce de 7 cm de diámetro con la información relevante del proyecto.

Las características de la inscripción se muestran en las fotografías N°9 Y N°10:



Figura 9 Punto de Control Geodésico ANC18145



Figura 10 Hito de Punto de Control Geodésico ANC18145

Georreferenciación.

Para la georreferenciación de los puntos denominados ANC18145 y ANC18146 de orden C se tomaron como Punto Base la Estación de Rastreo Permanente AN02, perteneciente a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional, establecido por Instituto Geográfico Nacional.

La relación de equipos que se emplearon para la investigación en la parte topográfica fueron:

- 01 receptor GNSS Trimble R10, 01 receptor GNSS Trimble R8-3.
- 01 colector de Datos Trimble T41 – Slate, 01 colector de Datos Trimble
- 02 trípodes de aluminio.
- 02 bases nivelantes.
- 02 winchas de mano.
- 04 Baterías Internas Recargables para receptor GNSS.
- 01 laptop.
- 01 software de gabinete: Trimble Business Center V - 3.50.

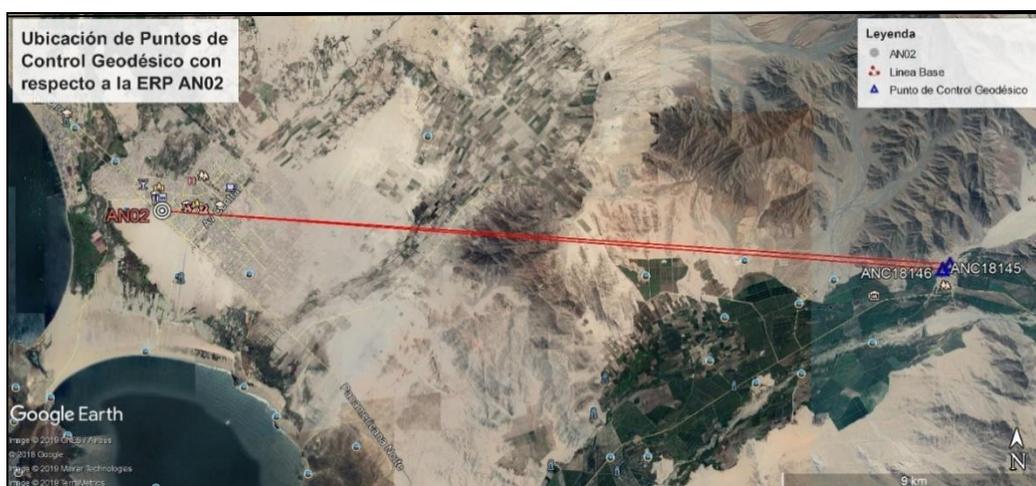


Figura 11 Ubicación del punto AN02 y punto geodésico ANC18145

Luego de la monumentación de los dos Puntos de Control Geodésicos se determinó que el tiempo de rastreo debía ser como mínimo de 75 minutos (intervalo de 900 repeticiones, según la frecuencia de lectura de la estación matriz) por punto de orden C.

Usando el método estático diferencial, se realizaron las observaciones satelitales de cada punto, ANC1814 y ANC18146, se observa el GPS posicionado sobre cada punto Geodésico.

Tabla 4 *Coordenadas geodésicas del punto de control*

BM	COORDENADAS TOPOGRÁFICAS				ELIPSOIDE	Zona UTM
	ESTE (m)	NORTE (m)	HGEOIDAL	HNIV. GEO.		
BM 01	798859.074	8987852.189	257.434	257.432	WGS84	17S
BM 02	798792.618	8987916.855	258.484	258.395	WGS84	17S

Fuente: Elaboración Propia

Medición de BMs.

La finalidad de los BMs fue de dar una cota de referencia para controlar las labores de construcción del puente y accesos, se ha considerado que los puntos Geodésicos sean también BMs para el proyecto.

La mayor parte del emplazamiento de la zona del proyecto se encuentra fundada sobre terrenos blandos y zonas de cultivo, la monumentación de los BMs se realizó con hitos de concreto de 40 x 40 x 55 cm, incrustada con una varilla de acero corrugado de Ø ½" para indicar el centro del BM y cuyas bases de los hitos fueron pintados con letras rojas y fondo blanco con pintura esmalte y así asegurar su permanencia en el tiempo.

Dicha monumentación obedece a ubicar al menos un par de puntos de control por cada lado del cauce y que ayudaron a tener un mejor control topográfico y de ingeniería a lo largo de la construcción del proyecto.

Estos puntos BMs (02) fueron establecidos en campo mediante el uso del sistema RTK y la conceptualización en coordenada UTM y Coordenadas Topográficas.

- El BM 01, está ubicado al lado izquierdo del cauce principal, aproximadamente a unos 4.65 de la esquina de vivienda.
- El BM 02, está ubicado al lado derecho del cauce principal, aproximadamente a unos 45 metros del borde.

4.2.1.3 Nivelación geométrica

Se identificó un BM cercano perteneciente a la Red de Nivelación Nacional del IGN en las cercanías del proyecto encontrando que el punto más cercano (CF10), está ubicado a más de 426 Km, lo que hacía imposible las labores de traslado para el control vertical, debido a la distancia de su ubicación por tal motivo se usó la elevación geoidal de un punto geodésico procesado. Se realizaron nivelaciones de ida y vuelta entre los Puntos de Control Geodésico (ANC18145 – ANC18146) y los Puntos de Control de Apoyo (BM 01 – BM 02), habiéndose verificado en campo la tolerancia entre ida y vuelta permitida de:

$$0.012 \times \sqrt{k}, \text{ en donde, (k: distancia nivelada en KM).}$$

La nivelación partió del Punto Geodésico ANC18145, para corregir el Punto Geodésico ANC18146, el BM 01 y el BM 02.

Tabla 5 Nivelación de ida ANC18145 – BM 01

NIVELACIÓN DE IDA

Desde : **ANC18145**
 Fecha : **05/01/2020**

Hasta : **BM 01**
 Cota de Partida : **258.521**

NIVELACION DE IDA							
ESTACION		VISTA ATRÁS		ALTURA	V. ADELANTE	DESNIVEL	COTA
PUNTO	DESCRIPCION	LECTURA	D.H.	INSTRUMENTO	LECTURA	IDA	S.N.M
	ANC18145	1.103		259.624			258.521
1		0.399		258.986	1.037		258.587
2				257.430	1.556		257.430
	BM 01						257.430
			135.63				
CÁLCULOS	Σ	1.502			2.593	-1.091	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6 Nivelación de Vuelta BM 01 - ANC18145

NIVELACION DE VUELTA

Operador : V. Franz Alcántara P.
 Revisado :

Equipo : Topcon ATB-2
 Precisión : ± 0.1mm/ km

NIVELACION DE VUELTA							
ESTACION		VISTA ATRÁS		ALTURA	V. ADELANTE	DESNIVEL	COTA
PUNTO	DESCRIPCION	LECTURA	D.H.	INSTRUMENTO	LECTURA	REGRESO	S.N.M
	BM 01	1.485		258.915			257.430
1		1.037		259.621	0.331		258.584
2				258.518	1.103		258.518
	ANC18145						258.518
			135.63				0.003
CÁLCULOS	Σ	2.522			1.434	1.088	

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE LA TOLERANCIA PERMITIDA

$$E_{MAX} = \pm 0.012\sqrt{K}, K \text{ en kilómetros}$$

$$E_{MAX} = 0.004$$

CALCULANDO EL ERROR DE CIERRE O LLEGADA

$$E_c < E_{MAX}$$

$$E_c = -0.003$$

NIVELACION ACEPTADA

COTA AJUSTADA

BM 01 257.432

Tabla 7 Nivelación de Ida ANC18145 - BM 02

NIVELACIÓN DE IDA

Desde : **ANC18145**
 Fecha : **05/01/2020**

Hasta : **BM 02**
 Cota de Partida : **258.521**

NIVELACION DE IDA							
ESTACION		VISTA ATRÁS		ALTURA	V. ADELANTE	DESNIVEL	COTA
PUNTO	DESCRIPCION	LECTURA	D.H.	INSTRUMENTO	LECTURA	IDA	S.N.M
	ANC18145	1.103		259.624			258.521
1		0.399		258.986	1.037		258.587
2				258.397	0.589		258.397
	BM 02						258.397
			166.89				
CÁLCULOS	Σ	1.502			1.626	-0.124	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8 Nivelación de vuelta - BM 02 - ANC18145

NIVELACION DE VUELTA

Operador : V. Franz Alcántara P.
 Revisado :

Equipo : Topcon ATB-2
 Precisión : ± 0.1mm/ km

NIVELACION DE VUELTA							
ESTACION		VISTA ATRÁS		ALTURA	V. ADELANTE	DESNIVEL	COTA
PUNTO	DESCRIPCION	LECTURA	D.H.	INSTRUMENTO	LECTURA	REGRESO	S.N.M
	BM 02	0.525		258.922			258.397
1		1.037		259.628	0.331		258.591
2				258.525	1.103		258.525
	ANC18145						258.525
			166.89				-0.004
CÁLCULOS	Σ	1.562			1.434	0.128	

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE LA TOLERANCIA PERMITIDA

CALCULANDO EL ERROR DE CIERRE O LLEGADA

$E_{MAX} = \pm 0.012\sqrt{K}$, K en kilómetros

$E_c < E_{MAX}$

$E_{MAX} = 0.005$

$E_c = 0.004$

NIVELACION ACEPTADA

COTA AJUSTADA

BM 02 258.395

Tabla 9 *Nivelación de Ida ANC18145 - ANC18146*

NIVELACIÓN DE IDA

Desde : **ANC18145**

Hasta : **ANC18146**

Fecha : **05/01/2020**

Cota de Partida : **258.521**

NIVELACION DE IDA							
ESTACION		VISTA ATRÁS		ALTURA	V. ADELANTE	DESNIVEL	COTA
PUNTO	DESCRIPCION	LECTURA	D.H.	INSTRUMENTO	LECTURA	IDA	S.N.M
	ANC18145	1.103		259.624			258.521
1		0.399		258.986	1.037		258.587
2		0.320		256.340	2.966		256.020
3				254.880	1.460		254.880
	ANC18146						254.880
			309.513				
CÁLCULOS	Σ	1.822			5.463	-3.641	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 Nivelación de Vuelta ANC18146 - ANC18145

NIVELACION DE VUELTA

Operador : V. Franz Alcántara P.
 Revisado :

Equipo : Topcon ATB-2
 Precisión : ± 0.1mm/ km

NIVELACION DE VUELTA							
ESTACION		VISTA ATRÁS		ALTURA	V. ADELANTE	DESNIVEL	COTA
PUNTO	DESCRIPCION	LECTURA	D.H.	INSTRUMENTO	LECTURA	REGRESO	S.N.M
	ANC18146	1.599		256.479			254.880
1		2.900		258.924	0.455		256.024
2		1.037		259.630	0.331		258.593
3				258.527	1.103		258.527
	ANC18145						258.527
			309.513				-0.006
CÁLCULOS	Σ	5.536			1.889	3.647	

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE LA TOLERANCIA PERMITIDA

CALCULANDO EL ERROR DE CIERRE O LLEGADA

$E_{MAX} = \pm 0.012\sqrt{K}$, K en kilómetros

$E_c < E_{MAX}$

$E_{MAX} = 0.007$

$E_c = 0.006$

NIVELACION ACEPTADA

COTA AJUSTADA

ANC18146 254.877

4.2.1.4 Fotogrametría

VANT y Software Usado

Para poder cumplir con los objetivos del trabajo, se usó un vehículo aéreo no tripulado (VANT), de la marca Parrot, Modelo Anafi Extended, controlado por Control Remoto, haciendo uso de los softwares respectivos (FreeFlight6 + Pix4Dcapture) para su configuración, control de la aeronave y planeación de vuelos.

Delimitación de la Zona de Estudio

Luego de haber realizado la identificación previa del área de estudio usando Google Earth y corroborando los diferentes accidentes geográficos en campo, se procedió a realizar la delimitación del área de vuelo; en donde se usó el programa Pix4Dcapture; también se definió y reajustó el tipo de vuelo y geometría (Poligonal), la altura de vuelo (100 m.) y la forma del recorrido (longitudinal).

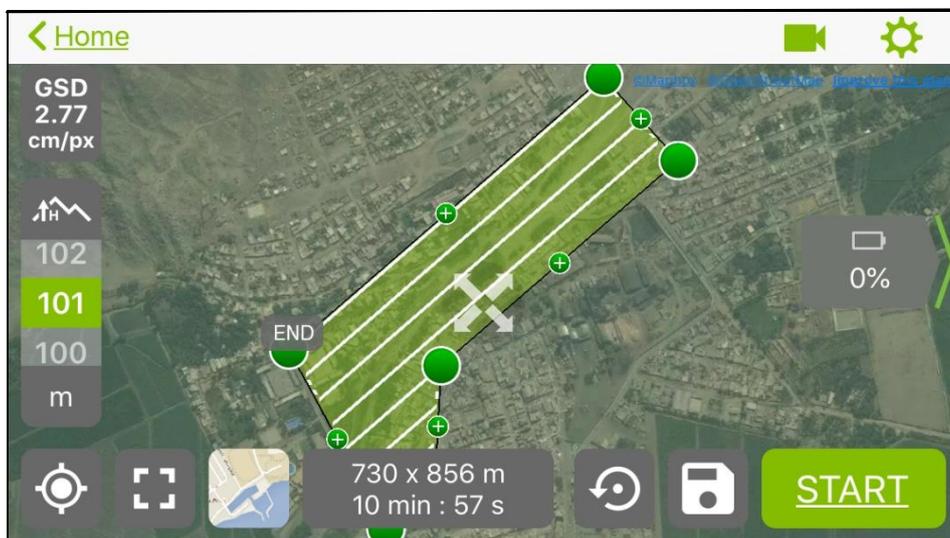


Figura 12 Misión de Vuelo usando Pix4Dcapture

Puntos de Foto-Control Topográfico

En función del área de vuelo y teniendo un especial énfasis en las márgenes del río y en las zonas centrales, se definieron puntos de Foto-Control Topográfico previas a la ejecución de las misiones de vuelo.

Dichos puntos de Foto-Control fueron puntos en el terreno, cuyas coordenadas fueron obtenidas topográficamente aprovechando la topografía convencional, en este caso haciendo uso de GPS Diferencial trabajando en modo RTK, los mismos, que sirvieron para

llevar un mejor control altimétrico de las imágenes satelitales y reducir al mínimo los errores por traslape de fotos, condiciones ambientales desfavorables, poca visibilidad, velocidades altas de viento, entre otros.

Los puntos de Foto-Control, fueron plasmados con pintura Spray Blanco, a manera de un círculo de diámetro aproximado entre 20 a 25 centímetros; dichos puntos se marcaron sobre buzones, veredas, calzada pavimentada, rocas grandes y en algunos casos en rocas de tamaño considerable (Mayor a 30 centímetros de diámetro) ubicados dentro del área de influencia del levantamiento o partes centrales del cauce, los mismos, que fueron identificables en todas y cada una de las fotografías aéreas en las cuales estuvieron involucradas.



Figura 13 Puntos para foto control

Teniendo en cuenta el área de levantamiento, en total se monumentaron y obtuvieron las coordenadas de 29 Puntos de Foto-Control Topográfico.

Preparación del Equipo

En esta etapa se realizó el ensamblaje del Drone Parrot – Anafi Extended, armando todos y cada uno de sus elementos, dicha preparación no solo obedece al ensamblaje de Hélices, Baterías, Cámara y verificando la conexión entre Radio Control, la Aeronave.

Misión y Ejecución del Vuelo

Preparada la aeronave y en función del área asignada se procedió a realizar el vuelo programado en la aplicación Fix4Dcapture, dando como resultado un total de un vuelo, tomando un determinado número de fotos aéreas para cada área parcial capturada y que son almacenadas en una tarjeta microSD instalada en la aeronave.

Culminado el proceso de captura de imágenes, se muestra el recorrido y captura de imágenes aéreas, usando Pix4Dcapture.



Figura 14 Área fotografiada de forma aérea

A diferencia de la topografía clásica que utiliza métodos y equipos topográficos convencionales, en donde se pone un especial énfasis en los procesos de importación de puntos, obtenidos de un levantamiento topográfico, para generar curvas de nivel y mejorar la superficie topográfica (interpolación, delimitación, suavizado), usando un determinado software; se debe mencionar, que, la metodología de trabajo sigue otra orientación, cuando se trata de la generación de modelos de superficie a partir de imágenes aéreas, ya que para ello, se tienen que seguir una serie de procesos de fotointerpretación, siendo necesario darle mayor relevancia a los mismos; esto, debido a que, ellos conllevan a la generación de un Modelo Digital de Terreno (MDT) a partir de un mallado, conformado por miles de puntos topográficos, los mismos, que representan un lugar geométrico tridimensional, obtenido de una serie de fotografías aéreas, por lo tanto, dada la complejidad de los mismos, es que se le dará mayor relevancia a dichos procesos, para finalmente fusionarlos con los puntos topográficos obtenidos con la topografía convencional, para obtener un Modelo Digital de Terreno representativo.

Así, para realizar los procesos fotogramétricos, se usó el Software Agisoft Metashape Professional, siguiendo los pasos que se mencionan a continuación:

Importación y Orientación de Fotografías Aéreas

El proceso inicio añadiendo las fotografías aéreas capturadas al Software Metashape PhotoScan Professional; en donde, se tuvo en cuenta que el procesamiento se realiza utilizando el sistema de coordenadas de referencia el WGS 84 UTM, Zona 17S. Dicho proceso añade todas y cada una de las imágenes aéreas, asignándole una ubicación espacial acorde a la misión de vuelo (145 fotografías aéreas para este caso).

Así, realizado el proceso de importación y referenciarían, se procedió a calcular la orientación de las fotografías aéreas; en donde, dicho

proceso genero un determinado grupo de puntos topográficos extraídos de cada fotografía aérea, para encontrar puntos en común entre foto y foto, ayudando de esta manera tener un mejor detalle de la morfología de la zona de vuelo.

Los puntos topográficos generados vienen a estar dados por una serie de puntos clave generados de cada foto, utilizando un número determinado de puntos de enlace por foto; en donde cuanto mayor sean estos valores, mejor se reproducirá la morfología de la zona de vuelo, definiéndose 40 000 y 4 000 puntos respectivamente para este caso.

Dichos puntos, se enlazan entre sus comunes de las fotos anexas, para generar un modelo de orientación.



Figura 15 Orientación de Fotografías Aéreas

Optimización de la orientación

Orientadas las fotografías aéreas, fue necesario optimizar la posición y elevación de estas, haciendo uso de los Puntos de Foto-Control. Los mismos que fueron interpretados por el software como puntos de seguimiento en tierra, cuyas ubicaciones y elevaciones, ayudaron a dar una mejor interpretación de la morfología del área de estudio; en donde, la corrección se realizó digitando las coordenadas obtenidas

con la topografía clásica en el software, y luego arrastrando el punto a su ubicación más exacta con respecto a las imágenes que tenga dicho punto en común. Este proceso se repitió para todos y cada uno de los puntos de Foto-Control Topográfico ubicados en tierra, priorizándose la ubicación en campo de estos, en las áreas del lecho del río.

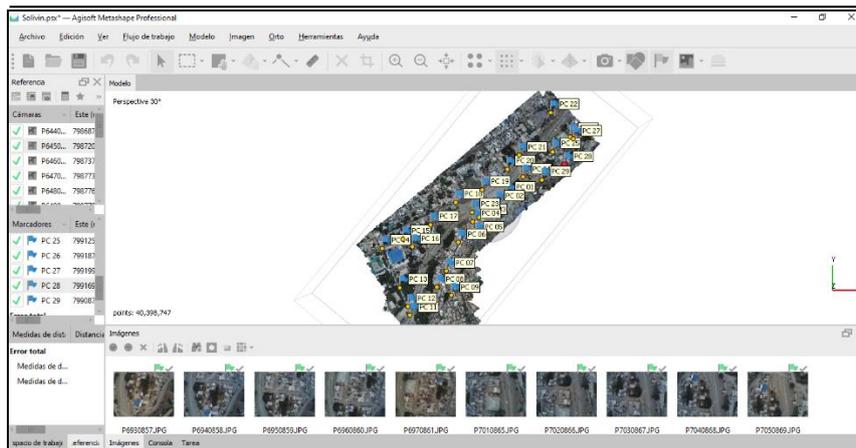


Figura 16 Optimización de Fotografías Aéreas

Generación de Nube de Puntos Densa

Optimizadas las orientaciones, fue necesario generar más puntos homólogos entre todas las fotografías aéreas, teniendo en cuenta la corrección antes realizada y la calidad del modelo de puntos; en donde, dicho proceso asignará una ubicación y elevación geométrica a cada punto que esté involucrada dentro del área de vuelo, generando puntos intermedios con sus respectivas ubicaciones y elevaciones geométricas, obteniendo de esta manera un modelo tridimensional de la morfología del área de vuelo más preciso y de gran detalle (40'398,747 Puntos Topográficos para este caso).

Clasificación de Nube de Puntos Densa

Antes de obtener un Modelo Topográfico de la superficie del área de vuelo, fue necesario realizar una clasificación manual de los puntos de

terreno de los puntos que no vienen a representar un Modelo Topográfico de Superficie y que alteren considerablemente la morfología del terreno existente, separándose la Vegetación Alta, Vegetación Media, Vegetación Baja (Verde Oscuro), Edificaciones, Ruido Alto y otros lugares geométricos que alteren el modelo.

Generación del Modelo Digital de Superficie

Realizada la Clasificación de la Nube de Puntos Densa, se procedió a generar el Modelo Digital de Superficie (MDS), usando los Puntos de Terreno, para obtener un modelo de superficie.

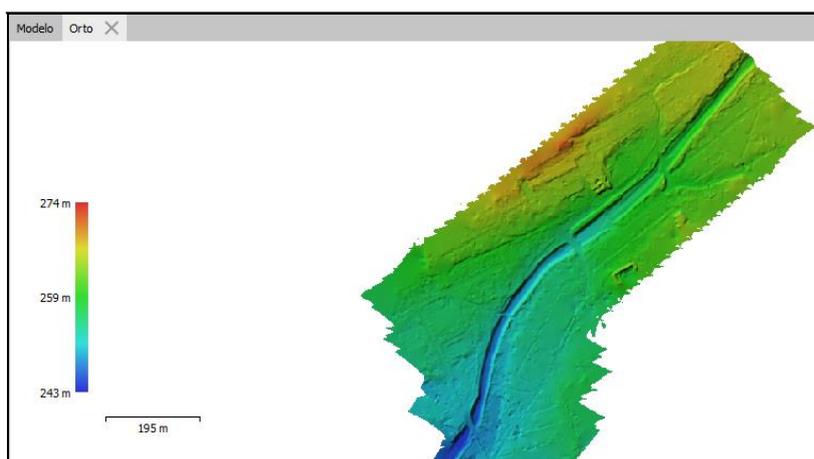


Figura 17 Modelo de superficie levantamiento fotogramétrico

Generación de Ortomosaico

Finalmente, y a modo de tener una mayor referencia del área de vuelo, se puede generar una composición de imágenes a la que se le han corregido todos los errores geométricos para que cada punto en el terreno sea observado desde una perspectiva perpendicular, más conocida como Ortomosaico, la misma, que no solo sirvió para tener una mayor referencia de la morfología del terreno, sino vino a representar el estado actual del emplazamiento del área de vuelo



Figura 18 Modelo final de superficie levantamiento fotogramétrico

4.2.1.5 Trabajos de Gabinete

Con los datos recopilados con los GPS Diferenciales (Puntos Topográficos) y el Modelo Digital de Superficie (MDS) exportado de la Fotogrametría, se procedió a obtener una nueva superficie de terreno, usando Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020; en donde el MDS obtenido de la fotogrametría vino a representar la mayor cantidad de información topográfica, siendo complementada perfectamente por los puntos topográficos. La data topográfica que se registró en cada equipo fue descargada y luego procesada a través del programa Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020, actividad que permitió originar la superficie en 3D a través de las curvas de nivel del terreno, asegurando así, una mejor recopilación e identificación de algunas zonas con escasa data topográfica, para posteriormente complementar la información de ser necesario en las zonas identificadas.

Para la generación de los planos topográficos y de la ingeniería del proyecto, se estableció la planimetría base, modificando la interfaz de

las líneas de rotura (breaklines), que permitieron controlar el contorno y la forma de la superficie a curvas de nivel. Una vez generado el modelo digital del terreno, conformado por la superficie formada por una Red de Triángulos Irregulares (Superficie TIN) que elabora el software Autodesk AutoCAD Civil 3D, se procedió a la revisión minuciosa de toda la superficie, a fin de suavizar las líneas que posean algunos quiebres o cambios de trazado.

Conversión de Coordenadas UTM a Topográficas

El levantamiento topográfico se realizó usando las coordenadas UTM obtenidas del post proceso de los puntos geodésicos, sin embargo, para este tipo de obras se requiere llevar un control topográfico adecuado, siendo necesario, convertir las coordenadas UTM obtenidas en campo en Coordenadas Topográficas, las mismas que se aplicaron solamente a los Puntos de Control BMS y al Levantamiento Topográfico en general.

El primer paso para convertir las coordenadas UTM a Topográficas, fue establecer el punto base de referencia, o estación de enlace para realizar la compensación haciendo uso del Factor de Escala de Proyección, el Factor de Escala de Altura o el Factor de Escala Combinado, según lo amerite.

Para realizar el procedimiento de la compensación, se empleó el Software Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020, el primer paso es referenciar adecuadamente el proyecto (Sistema de Proyección UTM - WGS 84 – Zona 17S).

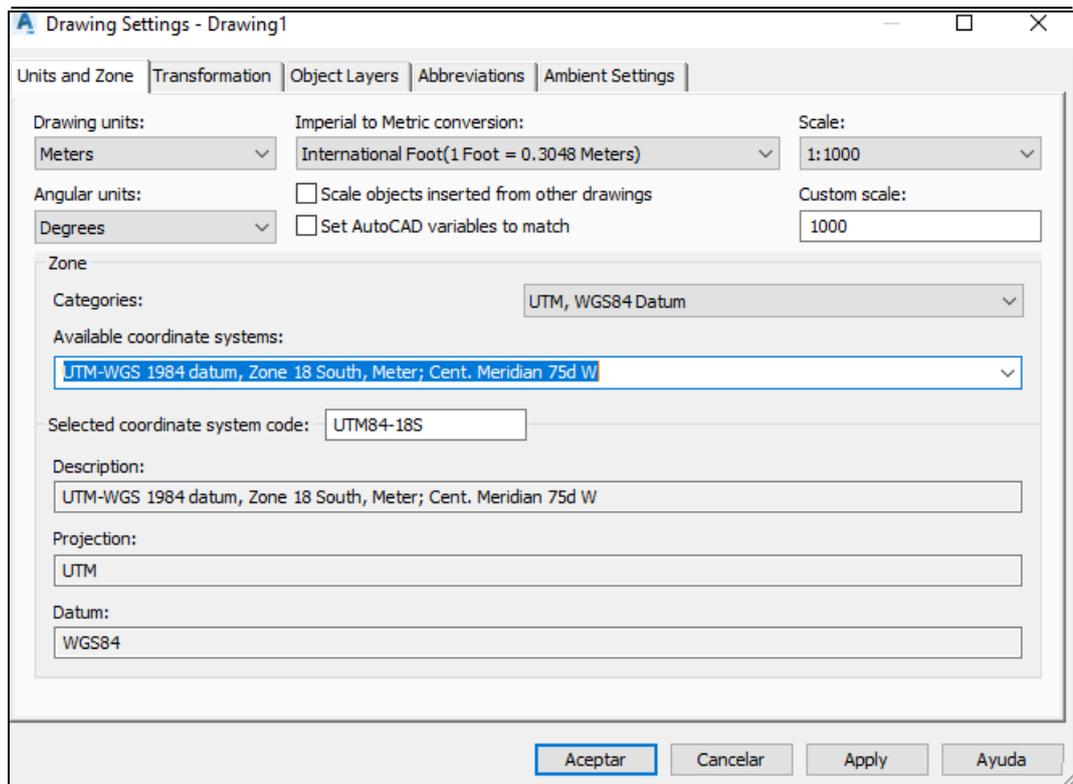


Figura 19 Configuración de Parámetros iniciales en AutoCAD Civil 3D-2020

El siguiente paso fue ubicarse en el punto de enlace de corrección para poder realizar la transformación, que para nuestro caso es el ANC18145, y configurar la pestaña: Transformación y en donde, si se conoce la elevación sobre el nivel del mar, ya no es necesario aplicar el Factor de Escala Combinado y tomando como Punto de Referencia las coordenadas del ANC18145, cabe resaltar que dicho punto se empleó para obtener las coordenadas topográficas de los BM'S y levantamiento en topográfico en general, usando el factor de escala 1.00070617632429.

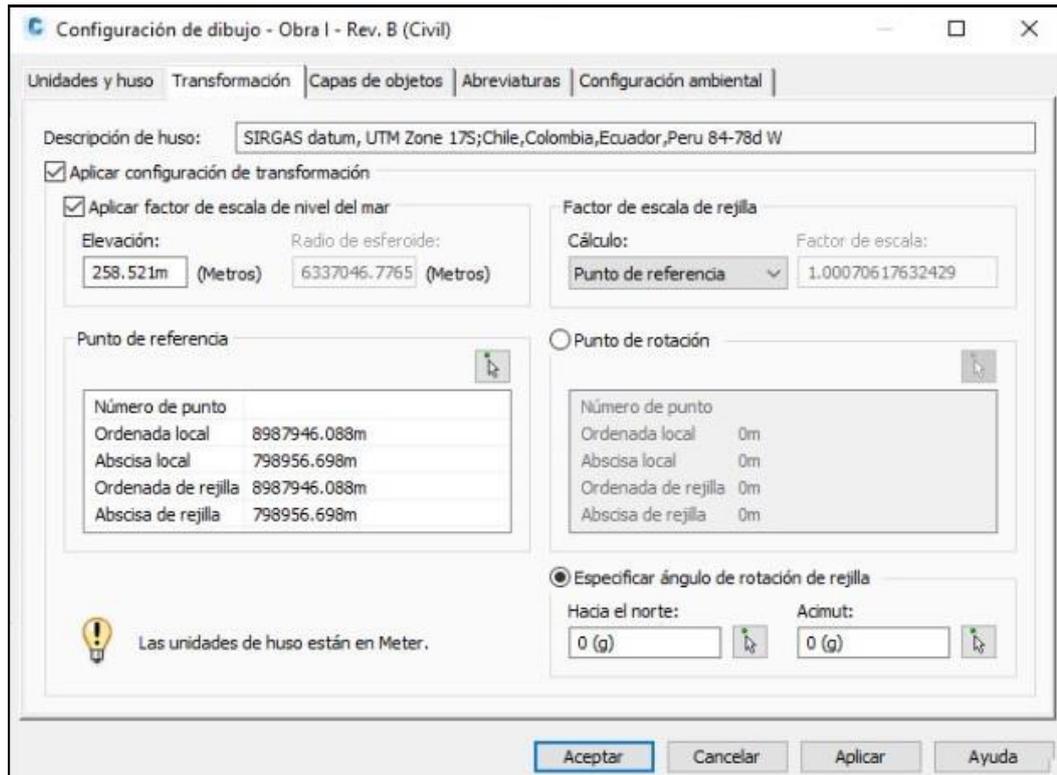


Figura 20 Cambio coordenadas UTM en coordenadas Topográficas

Estadísticas Topográficas Generales

El procesamiento de datos y la confección de planos en Autodesk AutoCAD Civil 3D 2020, fue realizado utilizando una data de 1 484 Puntos Topográficos y la fusión de un DEM conteniendo información de cerca de 1 103 575 Vértices Topográficos, obtenidos de una superficie de rejilla de 1.00 m. x 1.00 m., dando las siguientes estadísticas generales:

- Elevación Mínima : 243.346 msnm
- Elevación Máxima : 272.824 msnm
- Elevación Media : 257.774 msnm
- Área de Superficie 2D : 310 577.35 m²
- Área de Superficie 3D : 321 030.78 m²

4.2.2 Hidrología

4.2.2.1 Hidrografía

La zona de estudio se enmarca en la micro cuenca de la Quebrada Solivin pertenece a la unidad hidrográfica Nepeña y a la vertiente de la red hidrográfica del Pacífico. Administrativamente pertenece a la Autoridad Local del Agua (ALA) Santa-Lacramarca-Nepeña y Autoridad Administrativa del Agua (AAA) de Huarney – Chicama.

El perfil longitudinal de la Quebrada Solivin tiene una pendiente de 7% debido a ello en épocas de avenida originará alta capacidad de erosión y transporte fluvial.

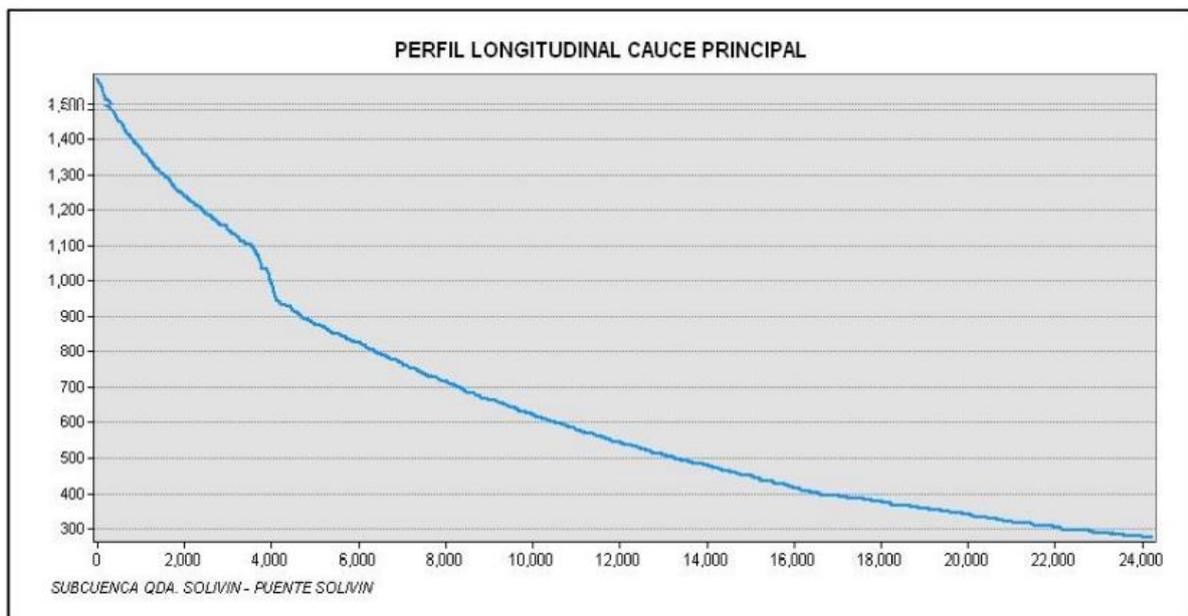


Figura 21 Perfil longitudinal cauce río Solivin

4.2.2.2 Clima

Para la evaluación de las variables climáticas de la zona de estudio se considerará los registros estación San Jacinto para los periodos 1956-1963, por ser representativa del Valle Nepeña.

Tabla 11 Variación de la temperatura centro poblado San Jacinto

Mes	Máx Temp ° C	MÍN Temp ° C	Humedad Relativa (%)	Vel. Viento (km/d)	Horas de Sol (hr)
Enero	29.5	18.4	58.3	132	6.9
Febrero	30.6	19.9	64.1	112.8	5.8
Marzo	30	19.4	67.2	103.2	6.1
Abril	28.5	17.5	66.5	67.2	7.4
Mayo	26.4	15.8	69.3	60	6.6
Junio	24.4	14.5	70.6	62.4	6.3
Julio	23.9	12.2	70.3	60	5
Agosto	24	14	68.9	60	6
Setiembre	24.9	13.5	67.3	60	6.4
Octubre	25.6	13.9	66.1	60	7.4
Noviembre	26.4	14.3	64.6	108	8.3
Diciembre	27.8	15.8	64.4	108	7.8
Promedio	26.8	15.9	66.5	82.9	6.7

Fuente: Elaboración Propia

Las precipitaciones en la cuenca Nepeña varía desde los 6mm a los 672mm en promedio, en años ordinarios la mayor precipitación se registra en las cabeceras de cuenca, esto varia en la ocurrencia de eventos extremos.

Tabla 12 Precipitaciones cuencas aledañas al río Solivin

Nombre de Sub cuenca	Área (km ²)	Altitud Media (msnm)	Precipitación Media (mm)
Bajo Nepeña	314	291	6
Quebrada Lappra	149	927	54
Medio Bajo Nepeña	18	342	8
Río Loco	445	2147	276
Medio Nepeña	51	580	22
Río Larea	384	3168	586
Medio Alta Nepeña	85	1188	88
Quebrada Lamparin	117	2191	287
Alto Nepeña	326	3400	672

Fuente: Elaboración Propia

La sub cuenca de estudio está cubierto por el 61.92% de cardonal arbustivo, seguido por el desierto costero con un 31.32%. La agricultura costera mango, palta y caña de azúcar representa el 0.15%.

4.2.2.3 Información pluviométrica

La microcuenca de estudio no cuenta con estaciones dentro de su área de drenaje, por lo que se usarán las estaciones más cercanas, identificándose 03 en la vertiente del Atlántico y 14 en la vertiente del Pacífico, los cuales son administrados por SENAMHI

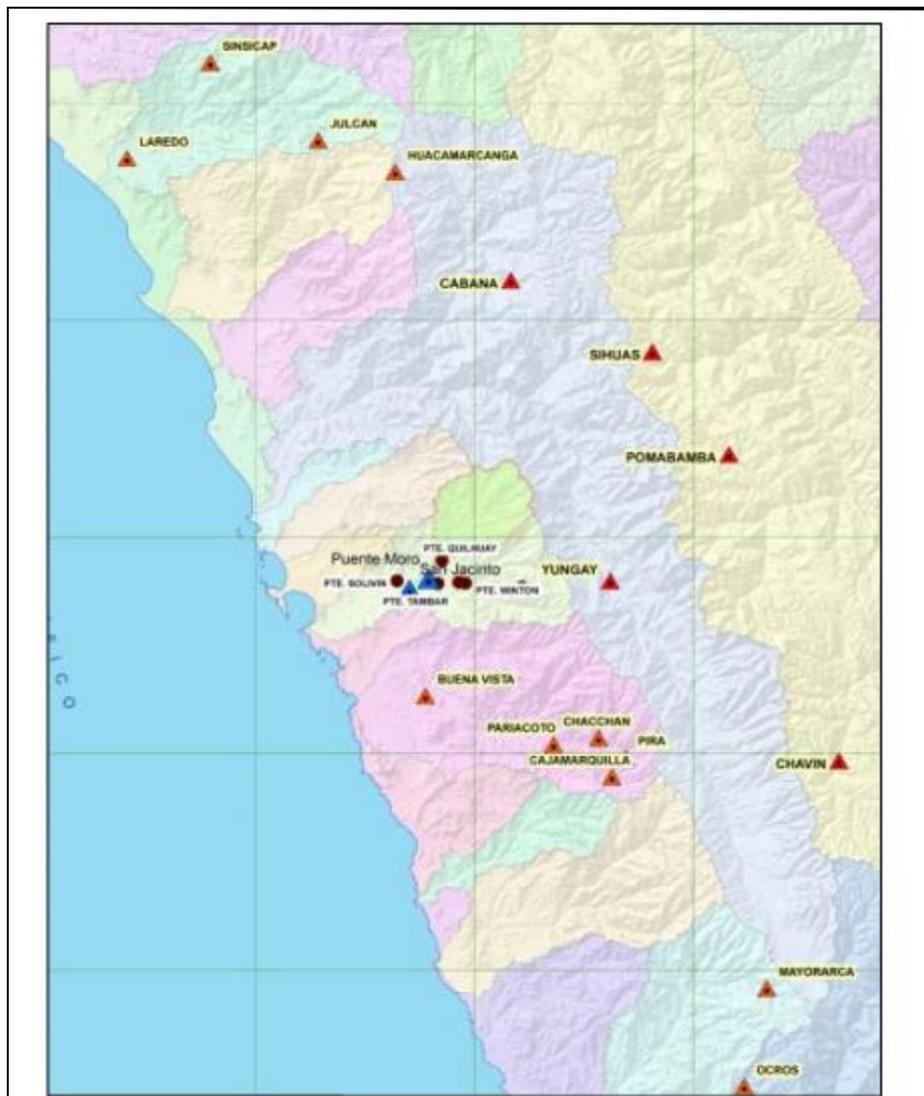


Figura 22 Estaciones de control SENAMHI

Para fines del presente estudio se adquirió información del SENAMHI el parámetro de la precipitación máxima en 24 horas para las estaciones más cercanas (Buena Vista, Chacchan, Pariacoto, Yungay y Cabana), a fin de elaborar los polígonos de Thiessen y las isoyectas.

Para el análisis hidrológico se adquirió información del parámetro de caudales máximos de las estaciones puente Moro, San Jacinto y Quirihuac.

4.2.2.4 Información hidrométrica

En el presente estudio se han identificado las estaciones hidrométricas más cercanas al área de estudio las cuales son Puente Moro, San Jacinto, y Quirihuac.

La estación San Jacinto fue construida sobre el canal de regadío de San Jacinto, localizado en la zona media del valle Nepeña, cubriendo un área de 1,412 Km² de la cuenca Nepeña, cuenta con un registro desde 1950 a 1974.

La estación Puente Moro se ubica sobre el río Nepeña, fue operada por el SENAMHI desde 1974 a 1990, posteriormente la Junta de Usuarios del sector Hidráulico Nepeña viene realizando aforos reportados por estimación visual. Actualmente se cuenta con una estación automática, con sensor tipo radar y regla limnimétrica, cabe indicar debido al bajo caudal la regla y el sensor no se encuentra en contacto con el agua,



Figura 23 Estaciones de control SENAMHI puente Moro

4.2.2.5 Hidrología estadística

El Periodo de retorno es una representación estadística que se utiliza para determinar la probabilidad de que suceda algún evento en un determinado tiempo.

En el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, recomienda utilizar como máximo, los siguientes valores de riesgos admisibles de obras de drenaje.

Tabla 13 Riesgos admisibles en obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas ribereñas	25

Fuente: Manual de puentes MTC

Según la tabla N° 14, se indica un valor de riesgo admisible del 25% para defensas ribereñas este porcentaje presenta que la estructura tendrá una vida útil de 40 años, el cual será tomado en cuenta acorde a las funciones de esta investigación. Considerando una vida útil de 40 años se obtiene un valor de período de retorno (T) de 140 años y para el cálculo de la socavación se considerará 500 años según el referido manual.

Tabla 14 Vida útil de obras respecto al riesgo admisible

Riesgo Admisible	Vida útil de las Obras									
R	1	2	3	5	10	15	20	40	50	100
1%	100	199	299	498	995	1493	1990	3980	4975	9950
5%	20	39	59	98	195	293	390	780	975	1950
8%	13	25	38	63	125	188	250	500	625	1249
10%	10	19	29	48	95	143	190	380	475	950
15%	7	13	19	31	62	93	124	247	308	616
20%	5	9	14	23	45	68	90	180	225	449
25%	4	7	11	18	35	53	70	140	174	348
30%	3	6	9	15	29	43	57	113	141	281
40%	3	4	6	10	20	30	40	79	98	196
50%	2	3	5	8	15	22	29	58	73	145

Fuente: Elaboración propia

Para la información meteorológica se realizó el análisis de valores atípicos y consistencia de las precipitaciones máximas de 24 horas. Se determinó las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 2,3, 5, 10, 25, 50, 100,140, 300, 500 y 1000 años, para la investigación se enfocara en los periodos de $T_r=140$ y $T_r=500$.

Para la generación de las Isoyetas y los polígonos de Thiessen se consideró las estaciones más cercanas al área de estudio

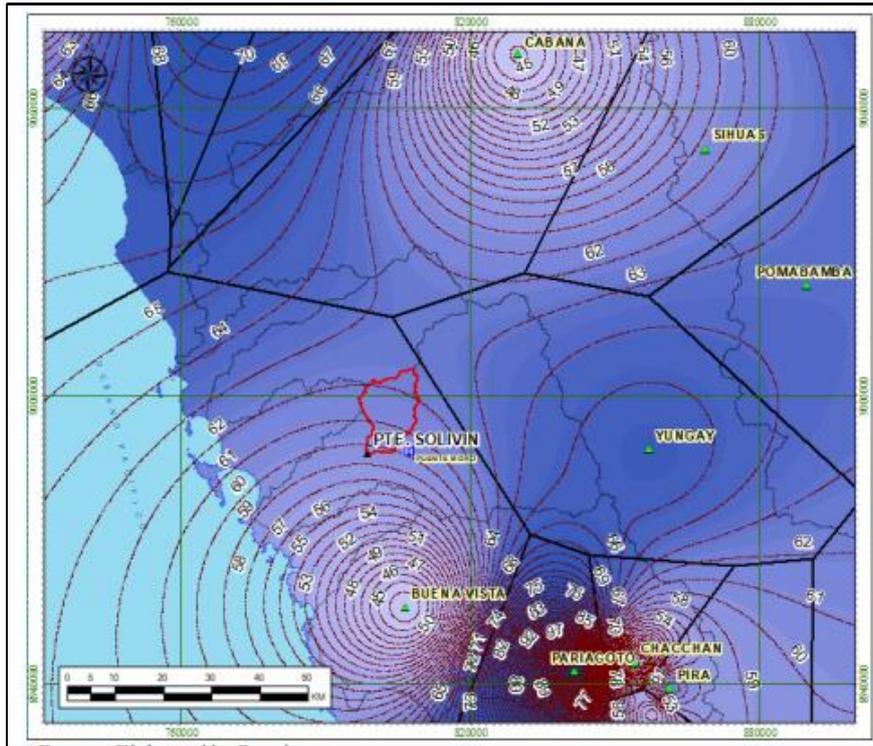


Figura 24 Isoyectas cercanas a la cuenca del río Solivin

Tabla 15 Precipitaciones máximas para 24 horas / periodos de retorno

T	BUENA VISTA	PARIACOTO	CAJAMARQUILLA	PIRA	CHACCHAN	CABANA	YUNGAY
2	3.1	14.5	23.4	27.5	15.5	27.8	30.5
3	4.9	19.8	26.9	32.2	18.8	30.1	34.9
5	7.7	27.2	30.7	37.2	22.5	32.5	39.7
10	12.5	39.3	35.4	43.1	27.2	35.3	45.6
20	18.5	54.2	39.8	48.4	31.9	37.8	51.1
30	22.70	64.48	42.29	51.37	34.69	39.12	54.27
50	28.8	79.5	45.4	54.9	38.2	40.8	58.2
100	38.8	103.9	49.5	59.5	43.0	42.9	63.4
140	44.3	117.8	51.6	61.7	45.4	43.9	65.9
300	59.0	154.9	56.1	66.5	51.0	46.1	71.5
500	70.6	184.9	59.2	69.7	54.8	47.5	75.3
1000	88.9	233.5	63.4	73.8	60.1	49.4	80.5

Fuente: Elaboración propia

Según los polígonos de Thiessen la microcuenca Solivin está influenciado por la estación Buena Vista, en base a la metodología se determinó la

precipitación máxima en 24h para los periodos de retorno de 140 años y 500 años.

Tabla 16 *Precipitaciones estación Buena vista*

Estación	Área	Peso	PP máx 24H(mm)	
			Tr=140	Tr=500
Buena Vista	145.6	1	44.3	70.6
Total	145.6			

Fuente: Elaboración propia

Con el centroide de la microcuenca Solivin y las Isoyetas se determinó la precipitación máxima en 24h para los periodos de retorno de 140 años y 500 años.

Tabla 17 *Precipitaciones periodo de retorno de 140 y 500 años/Isoyetas*

Microcuenca	X centroide	Y centroide	PP máx 24H(mm)	
			TR=140	TR=500
Solivin	803455.33	8996879.53	59.6	83.1

Fuente: Elaboración propia

El análisis local consiste en agrupar las estaciones por cuenca, y evaluar el comportamiento de la precipitación máxima en 24h para diferentes periodos de retorno según la altitud. El primero grupo se ubicó en la cuenca Chicama con las siguientes estaciones Laredo, San Benito, Sinsicap, Huacamarcanga y Julcan y el segundo grupo se ubican en las cuencas Casma, Fortaleza y Pativilca con las siguientes estaciones Buena Vista, Pariacoto, Ocros, Cajamarquilla, Mayorarca y Pira. Los resultados del análisis del primer grupo muestran que, el incremento de la precipitación máxima para periodos de retorno de 2, 3, 5 y 10 años es directamente proporcional al incremento de la altitud. Para periodos superiores a los 10 años se determinó mayor incremento de las precipitaciones en las estaciones de la zona ubicadas a altitudes menores

de los 2500 m, para el segundo grupo los resultados fueron iguales al primer grupo.

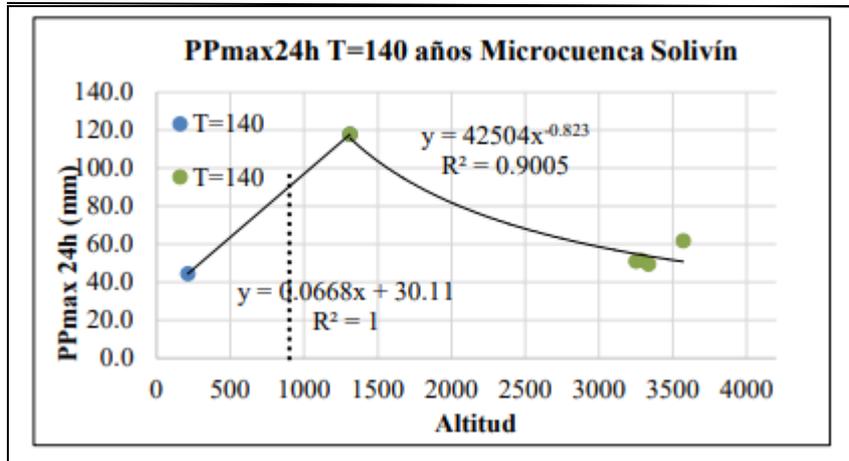


Figura 25 Precipitaciones para 140 años

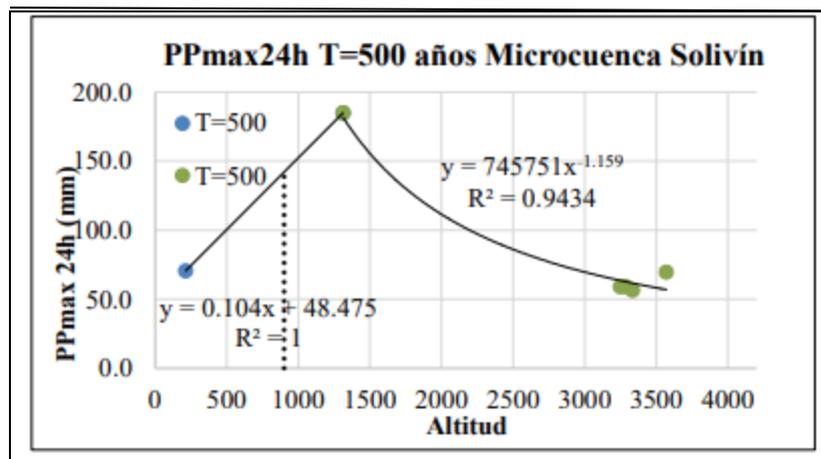


Figura 26 Precipitaciones para 500 años

Tabla 18 Precipitaciones periodo retorno de 140-500 años altitud/isoyectas

Microcuenca	Puente	ALT. MEDIA (m)	Precipitación Máxima en 24 horas para Tiempo de Retorno en Años	
			T=140	T=500
Solivín	Solivín	901	90.3	142.18

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de la precipitación por los 3 métodos (Thiessen, Isoyectas y variación respecto de la Altitud) se verificó que la precipitación máxima en 24h presenta diferencias importantes entre los métodos. La mayor

variación se determinó con el análisis de la altitud, debido a que la microcuenca se ubica en la zona media de la cuenca Nepeña, donde la ocurrencia de precipitaciones de los últimos cuatro fenómenos El Niño en menos de 50 años han sido intensos.

Para la presente investigación se realizará el modelamiento hidrológico con las precipitaciones determinadas con el método de isoyetas y según la altitud, los resultados obtenidos del modelamiento serán validados en base a las huellas de inundación y la reseña histórica de la quebrada Solivin.

Tabla 19 Cuadro comparativo isoyetas/altitud

TR	Isoyetas Ppt. Máx. 24 horas (mm)	Altitud Ppt. Máx. 24 horas(mm)
años		
500	83.1	142.18
140	59.6	90.30
50	46.3	60.55
30	40.7	49.33
20	36.1	40.85
10	29.5	23.84
5	23.6	17.21
2	16.2	9.00

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.6 Caudal de diseño

El método más utilizado en el Perú para la determinación de los caudales de máximas avenidas, tiene su sustento en el estudio de Trau y Gutiérrez (1979) "Análisis regional de las avenidas en los ríos del Perú" Donde los caudales máximos se calculan en función del área de la cuenca y el periodo de retorno, con la siguiente relación:

$$Q_{max} = (C_1 + C_2) * \log T * A^{mA-n}$$

Dónde: C1, C2, m y n son coeficientes adimensionales para diferentes regiones del Perú.

Q_{max} : caudal máximo

T: periodo de retorno

Tabla 20 Sectorización de cuencas Hidrográficas en el Perú

Nº	Región	Cuencas
1	Costa Norte (Frontera)	Tumbes a Piura
2	Costa Norte	Cascajal a Santa
3	Sierra Norte	Alto Marañón
4	Costa Central	Lacramarca a Camaná-Majes
5	Costa Sur, Titicaca	Quilca a Caplina, Titicaca
6	Sierra Central Sur	Mantaro, Apurimac y Urubamba
7	Selva	Ucayali, Bajo Marañón, Madre de Dios y Amazonas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Coeficientes según sectorización de cuencas

Región	C1	C2	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.1	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04

Fuente: Elaboración propia

La delimitación de la microcuenca se realizó teniendo como punto emisor la ubicación del puente Solivin, los resultados de los parámetros geomorfológicos fueron según la tabla N°22

Tabla 22 *Parámetros geomorfológicos cuenca rio Solivin*

Parámetros Geomorfológicos de la Micro cuenca Solivín		
Parámetro	Medida	Unidad
Factor de forma	0.205	
Pendiente de laderas de la cuenca	39.83	%
Altitud media de la cuenca	901	msnm
Ancho promedio	5.46	Km
Coficiente de masividad	0.006	
Coficiente orográfico	0.006	
Rectángulo equivalente	a=6.596	Km
	b=22.074	Km
Relación de confluencias	1.776	
Relación de longitudes	1.019	
Densidad de drenaje	0.6	
Frecuencia de ríos	0.364	
Cota máxima	2273	m
Cota mínima	253	m
Pendiente del cauce principal	0.07	m/m

Fuente: Elaboración propia

Con el área de la microcuenca Solivin de 145.6 km², y los coeficientes para la zona 4, C1: 0.09, C2:0.36, m: 1.24 y n: 0.04, se estimó el caudal para diferentes periodos de retorno

Tabla 23 Caudal según periodo de retorno envolventes de Greaguer

Periodo de Retorno (años)	Caudal Máximo (m ³ /s)
	Solivín
10	70.96
20	92.32
50	120.55
100	141.91
140	152.28
175	159.16
500	191.51

Fuente: Elaboración propia

Otro método para obtener el caudal máximo es el hidrograma unitario de Snyder en el cual la duración de lluvia (tr), está relacionada con el retardo (tp) de la cuenca mediante la siguiente expresión:

$$tp = 5.5 (tr)$$

$$tp = Cl * Ct * (L * Lc)^{0.3}$$

Donde:

tp : tiempo de retardo, en horas

L : longitud del rio principal, en Km.

Lc : distancia desde el punto de salida de la cuenca hasta el punto de la corriente más cercana al centroide del área de la cuenca, en km.

$$Cl = 0.75$$

$$Ct = 1.8 \text{ a } 2.2$$

Tabla 24 Datos para hallar caudal máximo

Microcuenca	Solivín
Área	145.6
Longitud del Cauce (km)	27.36
Longitud al centroide (km)	14.60
Tiempo de Concentración (hr)	1.43
Pendiente de la cuenca	0.39
Ct (0.4 a 8)	0.5
$Tp(hr) = 0.75Ct(L*Lc)^{0.3}$	1.81
$Tr = Tp/5.5$	0.33
TR	6.00
$tpR=tp - (tr - tR)/4$	3.66
Cp (0.4 a 0.8)	0.8

Fuente: Elaboración propia

Para los cálculos se utilizó el programa Hec-HMS, el cual utilizó tres tipos de datos: modelo de cuenca, modelo meteorológico y control de especificaciones, cada uno requirió parámetros de cuenca y del modelo propiamente dicho.

Para la investigación este programa con los datos brindados nos entregó los resultados de los hietogramas de isoyectas y de altitud para un periodo de retorno de 140 y 500 años.

Según la evaluación de los resultados, inspección de las huellas de inundación y la reseña histórica de los eventos ocurridos en el centro poblado de San Jacinto, para el presente estudio se seleccionó los caudales determinados mediante el Hidrograma Unitario de Snyder con los hietogramas calculados según la altitud en el análisis regional.

Tabla 25 Caudal máximo según tres tipos de métodos

Tiempos de Retorno	Envolventes de Greaguer	HEC-HMS	
		Snyder-Altitud (m ³ /s)	Snyder-Isoyetas (m ³ /s)
T=140	152.3	102.3	31.6
T=500	191.51	408.7	100.9

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.7 Ancho estable del cauce

Para el cálculo del ancho estable del cauce en el puente Solivin, se ha considerado los siguientes datos:

- Caudal de 102.3 m³/s
- Periodo de retorno 140 años
- Coeficiente de fondo y Orilla del cauce con grava (K1=2.9)
- Factor de Fondo (Fb=1.2-material grueso)
- Factor de Orilla (Fs=0.1)

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por las fórmulas de Simmons y Henderson, Manning – Strickler, Blench – Altunin, Pettis y Método practico.

Tabla 26 *Calculo del ancho estable*

Q DISEÑO (m ³ /seg)	MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON			MÉTODO DE MANNING - STRICKLER			MÉTODO DE BLENCH - ALTUNIN	
	B = K ₁ Q ^{1/2}			B = (Q ^{1/2} /S ^{1/5}) (n K ^{5/3}) ^{3/(3+5m)}			B = 1.81(Q F _b /F _s) ^{1/2}	
102.00	Condiciones de Fondo de río	K ₁	B (m)	Valores rugosidad de Manning (n)		B (m)	Factores	
Pendiente Zona del Proyecto (m/m)	Fondo y orillas de grava	2.90	29.29	Descripción	n	29.20	Factor de Fondo	F _b
				Cauces de río con acarreo irregular = 0.030 - 0.029			0.03	Material Grueso
0.040	MÉTODO DE PETTIS			Descripción	K	29.20	Factor de Orilla	
	B = 4.44 Q ^{0.5}			Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16		Materiales suelos	0.1
	B (m)			Coeficiente de Tipo de Río				
	44.84			Descripción	m			
			Para cauces aluviales		1			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 *Resultados del ancho estable según diferentes tipos de métodos*

MÉTODO	B (m)
MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	29.29
MÉTODO DE PETTIS	44.84
MÉTODO DE MANNING - STRICKLER	29.29
MÉTODO DE BLENCH - ALTUNIN	63.32
RECOMENDACIÓN PRACTICA	25.41

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.8 Sinuosidad

A continuación, se determinó la sinuosidad del cauce de la quebrada Solivin, según el alcance del levantamiento topográfico:

$$S = \frac{\text{Longitud del thalweg}}{\text{Longitud línea recta}} \cdot \frac{1005}{985} = 102$$

Según la clasificación el cauce estudiado presenta baja sinuosidad.

4.2.2.9 Pendiente

La pendiente del río Solivin fue suave debido a que se encuentra en una zona no escarpada y con alturas regulares, a continuación, se muestra el cálculo de dicha pendiente:

$$s = \frac{HM - Hm}{L} = \left(\frac{260.3 - 245.0}{1005} \right) * 100 = 1.52\%$$

Donde:

S: pendiente media del cauce en %

HM: altitud máxima del cauce en msnm

Hm: altitud mínima del cauce en msnm

L: longitud del cauce en m

Tabla 28 Tipos de relieve según pendiente

Pendiente (%)	Tipo de relieve
0 - 3	Plano
3 - 7	Suave
7 - 12	Mediano
12 - 35	Accidentado
35 - 50	Fuerte
50 - 75	Muy Fuerte
>75	Escarpado

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo realizado la pendiente del tramo evaluado es 1.52 %, lo cual se clasifica como un tramo de relieve plano.

4.2.2.10 Socavación

Se utilizó el método de Lischtvan-Levediev para el cálculo de la socavación general

$$H_s = \left(\frac{\alpha h^{5/3}}{0.68\beta\phi D^{0.28}_m} \right)^{\frac{1}{1+z}}$$

$$\alpha = \frac{Q}{h^3 B \mu} \quad y$$

$$z = 0.394557 - 0.04136 \text{Log} D_m - 0.00891 \text{Log}^2 D_m$$

Donde:

Hs – h: Profundidad de socavación (m)

h: Tirante de agua (m)

Dm: Diámetro característico del lecho (mm)

β: Coeficiente de frecuencia.

μ: Factor de corrección por contracción del cauce.

φ: Factor de corrección por forma de transporte de sedimentos.

z: exponente variable en función del diámetro medio de la partícula

Q: caudal B: ancho de la superficie libre

V: Velocidad

Tabla 29 *Parámetros para la socavación*

Resumen de parámetros	Valor
Caudal de simulación TR=140años	102.3
Longitud evaluada aguas arriba (m):	107.2
Longitud evaluada aguas abajo (m):	57.8
Pendiente promedio aguas arriba (m):	0.025
Pendiente promedio aguas abajo (m):	0.021
Ancho medio aguas arriba (m):	34.5
Ancho medio aguas abajo (m):	27.3
Tirante medio aguas arriba (m):	0.95
Tirante medio aguas abajo (m):	1.14
Velocidad media aguas arriba (m/s)	3.75
Velocidad media aguas abajo(m/s)	3.90
Longitud Max. de Muros aguas arriba:	60
Longitud Max. de Muros aguas abajo:	40
Estación final de muro A. Arriba:	567.8
Estación de inicio de muro A. Abajo:	457.8

Fuente: Elaboración propia

La socavación general para del gavión se calculó mediante el método de Lischtván – Levediev.

Tabla 30 Resultado de la socavación

Parámetros Hidráulicos	Valor
Q (m ³ /s)	408.7
h (m)	2.37
B (m)	33.35
A (m ²)	75.64
V (m/s)	6.50
Dm (mm)	16.18
Luz (mínima para μ)	32.4
Tiempo de Retorno	500
Peso específico muestra de agua (Tn/m ³)	1.2
μ	0.975
A	2.9
β	1.06
φ	1.28
Z	0.33
Hs (m)	3.90
Prof. Socav. (ds) (m)	1.53
ds seleccionado (m)	1.50

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Geología y Geotecnia

4.2.3.1 Geología de la margen izquierda

De acuerdo a trabajos realizados en campo y gabinete, en la margen izquierda de río Solivin, desde el punto de vista geológico se observa depósitos cuaternarios de origen aluvial que de acuerdo a la clasificación de materiales se determina que está constituido por gravas en una matriz arenosa limosa que contiene fragmentos de rocas heterolíticas sub angulosos hasta una profundidad de 4.50m aproximadamente, continuando con arenas limosas de color beige claro a gris, de grano medio a fino, en estado seco a ligeramente húmeda, ligeramente suelta, con presencia de gravas mal gradadas presentando algunos fragmentos de granito y andesitas, con similares características hasta los 25m que alcanzó la exploración mediante perforación.

Y de acuerdo con las líneas de refracción y los límites obtenidos los materiales en profundidad para la margen izquierda del río Solivín subdivididas en los siguientes estratos principales:

La Capa Superior, con velocidades de ondas longitudinales bajas a moderadas, de 396 m/s, constituida por depósitos de naturaleza antrópica, por material removido y residual actuando como estrato móvil y llega hasta una profundidad aproximada hasta los 3.72m. El segundo estrato con velocidades de ondas longitudinales moderadas de 1039 m/s, considerándose como posible nivel de cimentación, alcanzando una profundidad 15m aproximadamente. Y la Capa Inferior, presenta velocidades elevada, de 1563 m/s constituido por suelos compactos a muy compactos, sustentados en una matriz grava arena limosa, sustentando fragmentos de gravas y bloques en su base o en su defecto por macizos rocosos ligeramente fracturados de rocas de origen ígneo, de naturaleza volcánica, andesítica, alcanzando una profundidad de 30m aproximadamente.

4.2.3.2 Geología de la margen derecha

La margen derecha del río Solivín, geológicamente se observó depósitos cuaternarios de origen aluvial cubriendo gran parte del área en estudio y que de acuerdo con la clasificación de materiales se constituye por arenas y gravas limosas de color beige claro a amarillento, suelta, contiene fragmentos de grava, polimícticos, subangulares, presentando fragmentos de areniscas, granitos y andesitas porfiríticas hasta una profundidad de 3m aproximadamente. A mayor profundidad se notó la presencia de Grava pobremente gradada, polimíctica, subangular a subredondeado, en una matriz arena limosa de color Beige claro a gris, de grano fino, en estado seco, ligeramente suelta, ligeramente plástica, presentando fragmentos de granito y andesitas porfiríticas, hasta una profundidad de 6.5m. Y presencia de arenas limosas de grano medio, ligeramente suelta con presencia de clastos polimícticos, subredondeados a sub angulosos hasta los 25m de profundidad con similares características.

Mediante los estudios de refracción sísmica se subdividido en las siguientes estratos principales, la Capa Superior, con velocidades de las ondas longitudinales bajas a moderadas, de 503 m/s, constituida por depósitos de naturaleza antrópica, material removido y residual, actuando como un estrato móvil y llega hasta una profundidad aproximada hasta los 3.3m. El segundo estrato reporta velocidades de ondas longitudinales, moderadas debido a la velocidad de onda obtenido de 989 m/s, estrato considerado como posible nivel de cimentación, alcanzando una profundidad 14m aproximadamente. Y la Capa Inferior, presenta velocidades elevada, de 1808m/s constituido por suelos compactos a muy compactos, hasta una profundidad de 31m aproximadamente.



Figura 27 Cauce de rio Solivin sector San Jacinto

4.2.3.3 Geomorfología

La zona de interés se encuentra en las estribaciones de la cordillera occidental y valles de la vertiente pacifica, geomorfológicamente su

relieve es ondulado que ha sido formada por los diferentes procesos de erosión. La zona de estudio presenta una morfología suave, ubicada en una zona de valle, localmente está dominada por zonas de planicie y zonas reducidas de lomadas.

Tabla 31 *Pendientes según relieve de cauce*

UNIDADES GEOMORLÓGICAS	
Pendientes	Descripción
0° - 8°	Planicies
8° - 25°	Lomadas
25° - 50°	Laderas
50° - 90°	Escarpas

Fuente: Elaboración propia

La zona de investigación tiene una superficie con una suave pendiente y ondulaciones a lo largo del valle que se genera relacionados con depósitos aluviales, abarcando la totalidad de la zona de estudio y destinadas en su mayoría para la actividad agrícola.



Figura 28 Pendiente rio Solivin valle San Jacinto

4.2.3.4 Geodinámica

Geodinámica interna

El Manual de Diseño de Puentes considera 4 zonas sísmicas en función al coeficiente de aceleración que presentan para lo cual la zona de estudio se ubica en la Zona Sísmica 3.

Tabla 32 Coeficiente sísmico rio Solivin

FACTORES DE ZONA (Norma E-30)	
ZONA	Z
3	0,35

Fuente: Elaboración propia



Figura 29 Zonificación sísmica del Perú

Geodinámica externa

El área de emplazamiento de las defensas ribereñas proyectadas y que son materia de investigación al encontrarse situada dentro de las partes terminales de los andes Centrales, así como también por estar condicionada a factores adicionales que tienden a que los taludes se comporten en determinadas situaciones de equilibrio inestable, se ha ubicado sectores en situación de equilibrio inestable; por lo cual se considera necesario efectuar medidas correctivas de estabilización. Durante la evaluación de campo efectuada en los alrededores se ha podido diferenciar diversos sectores afectados por fenómenos de geodinámica externa de extensión local, habiéndose agrupado y definido diversos tipos de fenómenos de geodinámica externa potenciales tales

como reptación de suelos, deslizamientos, derrumbes, inundaciones y erosión de ribera, tratándose individualmente los sectores potenciales y que constituyen efectos negativos al proyecto, en el área materia de investigación.

Anexo N°5, planos del proyecto

4.3 Guía constructiva para la construcción del muro gavión.

Parámetros del terreno:

Tabla 33 *Datos de terreno para muro gavión*

DATOS DEL TERRENO	
Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³
Angulo de fricción interna ϕ	37
Altura libre de diseño (H)	3 m
Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

Fuente: Elaboración propia

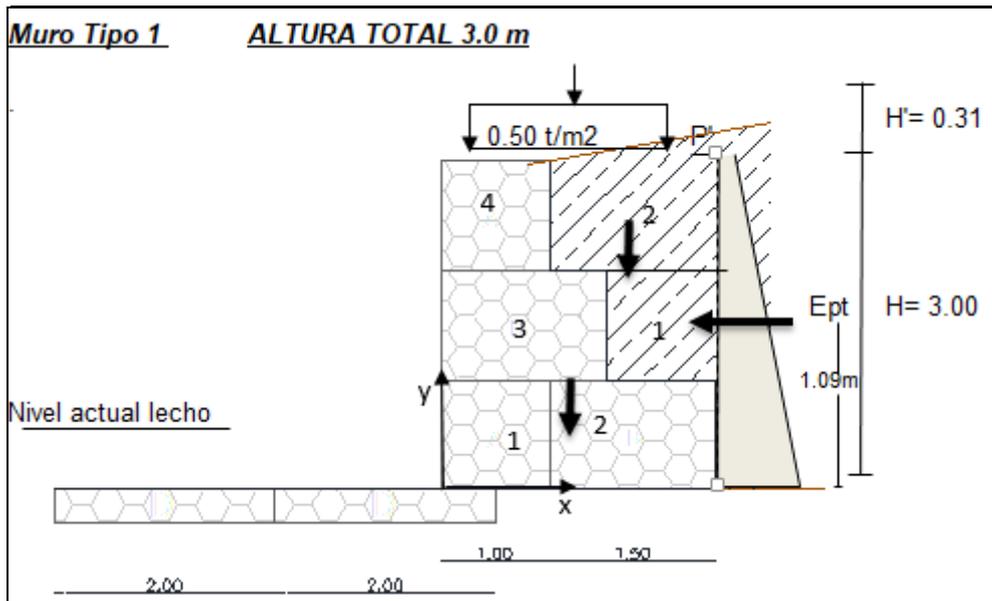
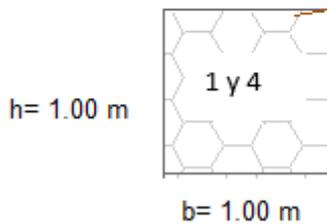
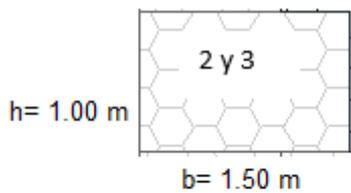


Figura 30 Muro gavión fuerzas actuantes

Densidad de la piedra (γ_p) = 2.80 tf/m³

Densidad del Gavión 80% (γ_g) = 2.24 tf/m³



Coeficiente de empuje activo

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{37}{2} \right) = 0.25$$

Peso del gavión

Tipo	Volumen	N° bloque	Peso
1.00 x 1.50	1.50	2.00	6.7
1.00 x 1.00	1.00	2.00	4.5

El peso del gavión es 11.20 tn

Peso del relleno

Tipo	Volumen	N° bloque	Peso
1.00 x 1.50	1.50	1.00	2.4
1.00 x 1.00	1.00	1.00	1.6

El peso del relleno es 4.00 tn

Calculo del centroide del gavión

N°	ÁREA	XCENT	YCENT	XA	YA
1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50
2.00	1.50	1.75	0.50	2.63	0.75
3.00	1.50	0.75	1.50	1.13	2.25
4.00	1.00	0.50	2.50	0.50	2.50
Total	5.0			4.8	6.0

Xcentroide	0.95
ycentroide	1.20

Calculo del centroide del relleno

Nº	ÁREA	XCENT	YCENT	XA	YA
1.00	1.00	2.00	1.50	2.00	1.50
2.00	1.50	1.75	2.50	2.63	3.75
Total	2.50			4.63	5.25

Xcentroide	1.85
ycentroide	2.10

Distribución de presiones

$$P = K_a \cdot \gamma_s \cdot H = 0.25 \cdot 1.60 \cdot 3.00 = 1.193 \text{ tn/m}^2$$

$$P' = K_a \cdot \gamma_s \cdot H' = 0.25 \cdot 1.60 \cdot 0.31 = 0.120 \text{ tn/m}^2$$

Calculo del empuje activo

$$E_{pt} = H \cdot (P/2 + P') = 2.163 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Brazo} = \frac{H^2}{6} \cdot (P'/2 + P/6) / E_{pt} = 1.09 \text{ m}$$

Momentos resultantes

<u>ELEMENTO</u>	<u>PESO (tn/m)</u>	<u>BRAZO (m)</u>	<u>MOMENTO (tn/m2)</u>
Gaviones	11.20	0.95	10.64
Relleno	4.00	1.85	7.40
ΣFvo=	15.20	ΣMvo=	18.040

Fuerzas actuantes

$$\sum F_Y = (E_p - E_a) = 2.163 \text{ tn/m}$$

Momento por volcamiento

$$\sum M_Y = E_p \cdot \text{Brazo} = 2.163 \cdot 1.09 = 2.349 \text{ tn}\cdot\text{m}$$

Factor de seguridad al volcamiento

$$\sum M_Y / M_{vo} = \frac{18.04}{2.349} = 7.68 \geq 2.00 \text{-----ok}$$

Factor de seguridad al deslizamiento

$$F = f \cdot \sum F_{vo} = 0.5 \cdot 15.20 = 7.60$$

$$\beta = F / \sum F_Y = \frac{7.600}{2.163} = 3.51 \geq 1.50 \text{-----ok}$$

Posición de la resultante- Presiones sobre el terreno

PUNTO DE APLICACIÓN DE LA NORMAL

$$x = \frac{\sum M_{vo}}{\sum F_{vo}} = \frac{18.040 - 2.349}{15.200} = 1.03 \text{ m}$$

$$\frac{B}{6} = 2.50/6 = 0.42 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X_0 = 1.25 - 1.03 = 0.22 < 0.42 \text{.....ok}$$

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = 6.8454 \text{ tn/m}^2 < 24.50 \text{ tn/m}^2$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) = 2.1146 \text{ tn/m}^2 < 24.50 \text{ tn/m}^2$$

4.4 Guía constructiva para la construcción del muro de gravedad

Tabla 34 Datos de terreno para muro gravedad

DATOS DEL TERRENO	
Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³
Angulo de fricción interna ϕ	37
Altura de diseño (H)	2.6 m
Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

Fuente: Elaboración propia

Ancho superior de la pantalla

$$T_1 = 0.08 * H \text{ donde } T_1 \geq 0.30 \text{ m}$$

$$T_1 = 0.08 * 2.50 = 0.20 \text{ m}$$

Se adopta 0.30 m

Altura de la zapata

$$h_z = 0.12 H \text{ a } 0.16 H$$

$$H_z = 0.16 * 2.50 = 0.40$$

Se adopta 0.50 m

Dimensiones del pie del muro

$$P1 = \frac{hz}{2} \text{ a } hz$$

$$P1 = \frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ a } 0.50$$

Se adopta 0.60 m

Dimensiones del talón del muro

$$P2 = \frac{hz}{2} \text{ a } hz$$

$$P2 = \frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ a } 0.50$$

Se adopta 0.30 m

Ancho de la zapata

$$B = 0.5 * Ht \text{ a } 0.75 * Ht$$

$$B = 0.60 * 3.00 = 1.80 \text{ m}$$

Se adopta 2.10 m

Ancho inferior de la pantalla

$$T2 = B - P1 - P2$$

$$T2 = 2.10 - 0.60 - 0.30 = 1.20 \text{ m}$$

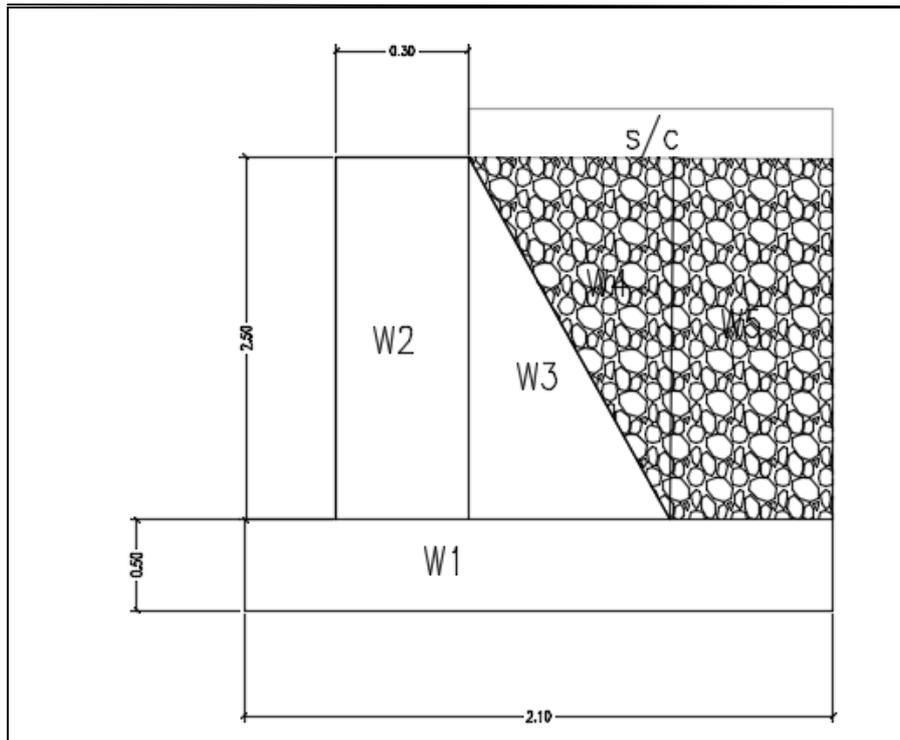


Figura 31 Muro gravedad pesos calculados

Coeficiente de empuje activo

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{37}{2} \right) = 0.25$$

Distribución de presiones

$$P = K_a \cdot \gamma_s \cdot H = 0.25 \cdot 1.60 \cdot 3.00 = 1.193 \text{ tn/m}^2$$

$$P' = K_a \cdot \gamma_s \cdot H' = 0.25 \cdot 1.60 \cdot 0.31 = 0.120 \text{ tn/m}^2$$

Calculo del empuje activo

$$E_{pt} = H \cdot (P/2 + P') = 2.163 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Brazo} = \frac{H^2 \cdot (P'/2 + P/6)}{E_{pt}} = 1.09 \text{ m}$$

Verificación de estabilidad del muro

Elementos	Pesos (Tn)	X (m)	Momentos (Tn*m)
W1	2.52	1.05	2.65
W2	1.80	0.75	1.35
W3	2.70	1.20	3.24
W4	1.80	1.50	2.70
W5	1.20	1.95	2.34
Σ	10.02		12.28

Momento por volcamiento

$$\Sigma M_Y = Ept * \text{Brazo} = 2.163 * 1.09 = 2.349 \text{ tn*m}$$

Factor de seguridad al volcamiento

$$\Sigma M_Y / M_{vo} = \frac{12.28}{2.349} = 5.22 \geq 2.00 \text{-----ok}$$

Factor de seguridad al deslizamiento

$$F = f * \Sigma F_v = 0.5 * 10.02 = 5.01$$

$$\beta = F / \Sigma F_Y = \frac{5.010}{2.163} = 2.32 \geq 1.50 \text{-----ok}$$

Excentricidad de la estructura

$$X_0 = \frac{\Sigma M_{vo} - \Sigma M_a}{\Sigma F_{vo}} = \frac{12.28 - 2.163}{10.02} = 1.00$$

$$X_0 = 1.00 \text{ m}$$

$$\frac{B}{6} = \frac{2.10}{6} = 0.35 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X_0 = 1.05 - 1.00 = 0.05 < 0.35 \dots \text{ok}$$

Presiones del terreno

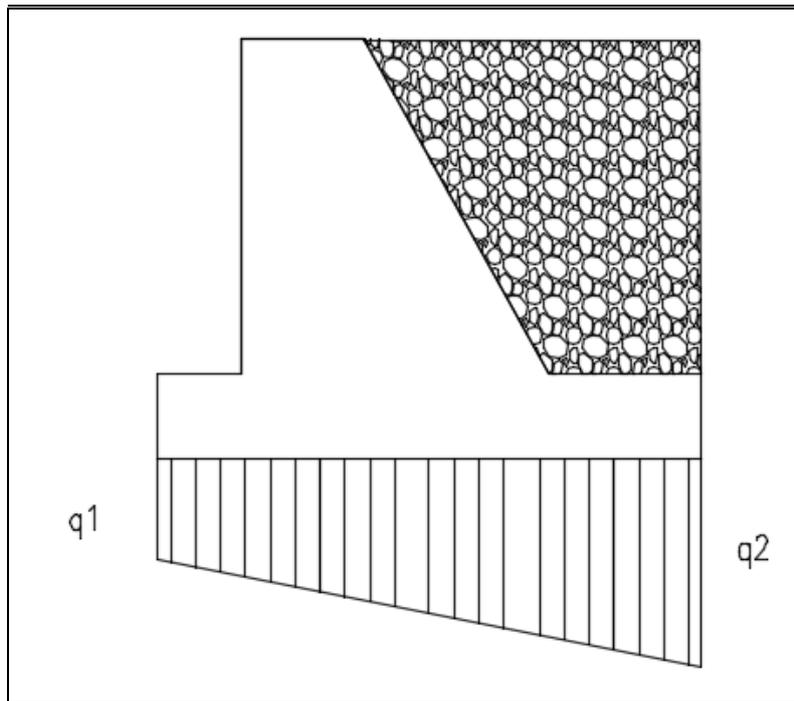


Figura 32 Muro presiones sobre el terreno

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = 7.4220 \text{ tn/m}^2 < 24.50 \text{ tn/m}^2$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = 2.2536 \text{ tn/m}^2 < 24.50 \text{ tn/m}^2$$

Ambos casos son menores a la capacidad portante del terreno que es 24.50 tn/m².

4.5 Guía constructiva para la construcción del enrocado

La velocidad y los tirantes se usaron en el cálculo del borde libre, la estimación de la socavación y D50 del enrocamiento. En un cauce estable normalmente las velocidades y los tirantes son menores en las márgenes que en la zona central, dicha condición no se cumple en los cauces irregulares con transporte de sedimentos, donde la sección de mayor profundidad y velocidad varía en las diferentes avenidas lo cual estaría en contacto con las obras de encauzamiento. Bajo esta consideración se diseñó con las velocidades medias y tirantes medios de las secciones evaluadas.

La pendiente de la línea de energía coincide con la pendiente del terreno se utilizó la pendiente promedio.

Tabla 35 Datos de para medición de la socavación

Resumen de parámetros	Valor
Caudal de simulación TR=140años	233.00
Longitud evaluada aguas arriba (m):	113.50
Longitud evaluada aguas abajo (m):	61.50
Pendiente promedio aguas arriba (m):	0.04
Pendiente promedio aguas abajo (m):	0.03
Ancho medio aguas arriba (m):	66.90
Ancho medio aguas abajo (m):	67.50
Tirante medio aguas arriba (m):	1.11
Tirante medio aguas abajo (m):	1.11
Velocidad media aguas arriba (m/s)	3.93
Velocidad media aguas abajo(m/s)	3.71
Longitud Max. de Muros aguas arriba:	70.00
Longitud Max. de Muros aguas abajo:	40.00
Estación final de muro A. Arriba:	521.50
Estación de inicio de muro A. Abajo:	401.50

Fuente: Elaboración propia

Método " Bureau de reclamación"

$$D_{100} = \frac{0.0668V^2}{G_p - 1}$$

G_p : Gravedad específica de las piedras, usualmente = 2.65

v : Velocidad del flujo en el lecho (m/s)

D_{100} : Diámetro de la piedra para el cual el 50% del material por peso es menor (m)

Tabla 37 Cálculo ancho de piedra D_{100}

G_p	Velocidad en sección	D_{100}
(tn/m ³)	(m/s)	m
2.65	3.93	0.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Cálculo ancho de piedra D_{50}

MÉTODO	D50 Calculado
MAYNORD	1.17
DIVISIÓN DE CARRETERAS DE CALIFORNIA	0.44
ISBASH	0.51
BUREAU DE RECLAMACION	0.62
D50 SELECCIONADO (m)	0.75

Fuente: Elaboración propia

Por un criterio conservador se ha seleccionado un D_{50} igual a 0.75m, el enrocado se deberá ser de granulometría compuesta.

Tabla 39 Granulometría del enrocado

Veces de Diámetro D50	Enrocado % mayor	750mm
0.6	100%>	450
1.2	85%>	900
1.4	50%>	1050
1.5	15%>	1150

Fuente: Elaboración propia

Socavación

Método de Lischtván – Levediev (1953)

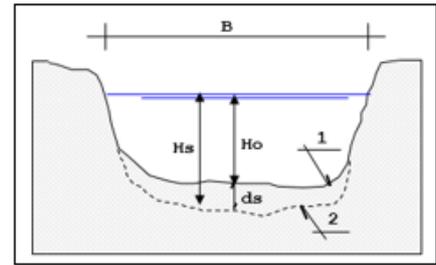
$$H_s = \left(\frac{\alpha h^{5/3}}{0.68\beta\phi D^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+z}}$$

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \log Tr$$

$$\alpha = \frac{Q}{h^{5/3} B \mu}$$

$$z = 0.394557 - 0.04136 \log Dm - 0.00891 \log^2 Dm$$

$$\phi = -0.54 + 1.5143 \gamma_m, \text{ si } \gamma_m > \frac{1.0t}{m^3} (\text{lecho móvil})$$



Donde:

Hs – h: Profundidad de socavación (m)

h: Tirante de agua (m)

Dm: Diámetro característico del lecho (mm)

β : Coeficiente de frecuencia.

μ : Factor de corrección por contracción del cauce.

ϕ : Factor de corrección por forma de transporte de sedimentos.

z: exponente variable en función del diámetro medio de la partícula

Q: caudal

B: ancho de la superficie libre

V: Velocidad

Tabla 40 Factor de corrección por contracción del cauce μ

V (m/s)	Luz libre (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Mecánica de suelos tomo II, Juárez B y Rico R

Tabla 41 *Parámetros Hec Ras de la socavación*

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Tirante
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	(m)
540.00	458.1	489.82	491.99	0.038645	5.67	86.88	60.08	2.17
535.00	458.1	489.74	491.97	0.031843	5.27	94.32	65.51	2.23
530.00	458.1	489.64	491.77	0.033362	5.3	93.65	68.48	2.13
525.00	458.1	489.46	491.42	0.037038	5.51	87.24	62.46	1.96
520.00	458.1	489.4	491.24	0.037686	5.47	86.6	67.56	1.84
515.00	458.1	489.31	490.62	0.062806	6.16	77.11	60	1.31
510.00	458.1	489.13	490.55	0.048598	5.65	83.85	60	1.42
505.00	458.1	488.99	490.76	0.024759	4.76	103.86	60	1.77
500.00	458.1	488.82	490.5	0.027984	4.83	97.67	60	1.68
495.00	458.1	488.65	490.31	0.030172	4.97	96.21	60	1.66
490.00	458.1	488.51	490.1	0.032567	4.96	93.18	60	1.59
485.00	458.1	488.31	489.92	0.033307	4.98	92.18	60	1.61
480.00	458.1	488.17	489.72	0.034504	5.06	91.92	60	1.55
475.00	458.1	487.96	489.52	0.03659	5.07	90.33	60	1.56
470.00	458.1	487.78	489.31	0.035734	5.2	91.07	60	1.53
465.00	458.1	487.73	489.57	0.019426	4.34	109.3	60	1.84
460.00	458.1	487.52	489.18	0.028695	4.87	96.96	60	1.66
455.00	458.1	487.39	489.14	0.025332	4.53	101.03	60	1.75
446.50	Bridge							
440.00	458.1	487.21	489.09	0.004963	2.21	265.87	60	1.88
435.00	458.1	487.02	488.94	0.004391	2.1	270.35	60	1.92
430.00	458.1	486.68	488.53	0.021328	4.43	109.74	60	1.85
425.00	458.1	486.57	488.41	0.019765	4.37	109.27	60	1.84
420.00	458.1	486.38	488.06	0.029588	5.03	99.46	60	1.68
415.00	458.1	486.27	487.96	0.026602	4.78	99.76	60	1.69
410.00	458.1	486.08	487.68	0.033672	5.2	95.02	60	1.6
405.00	458.1	486	487.85	0.019144	4.32	109.8	60	1.85
Valores medios					4.70	112.30	60.34	1.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 *Calculo de la socavación*

Parámetros Hidráulicos	Valor
Q (m ³ /s)	458.1
h (m)	1.69
B (m)	60.34
A (m ²)	112.30
V (m/s)	4.70
Dm (mm)	17.48
Luz (mínima para μ)	60
Tiempo de Retorno específico	500
μ	1.2
α	0.975
β	3.3
φ	1.06
Z	1.28
Hs (m)	0.33
Prof. Socav. (ds) (m)	2.74
ds seleccionado (m)	1.05
	1.1

Fuente: Elaboración propia

Calculo de la profundidad de la uña

Tabla 43 *Calculo de la profundidad de la uña*

Profundidad de Socavación (Hs) =	1.10 m.	=====>	Profundidad de Uña (P _{URA}) = FS + H _s
			FS = 1.50
			P _{URA} = 1.65
			Por lo Tanto Seleccionamos :
			P _{URA} = 1.50 m

Fuente: Elaboración propia

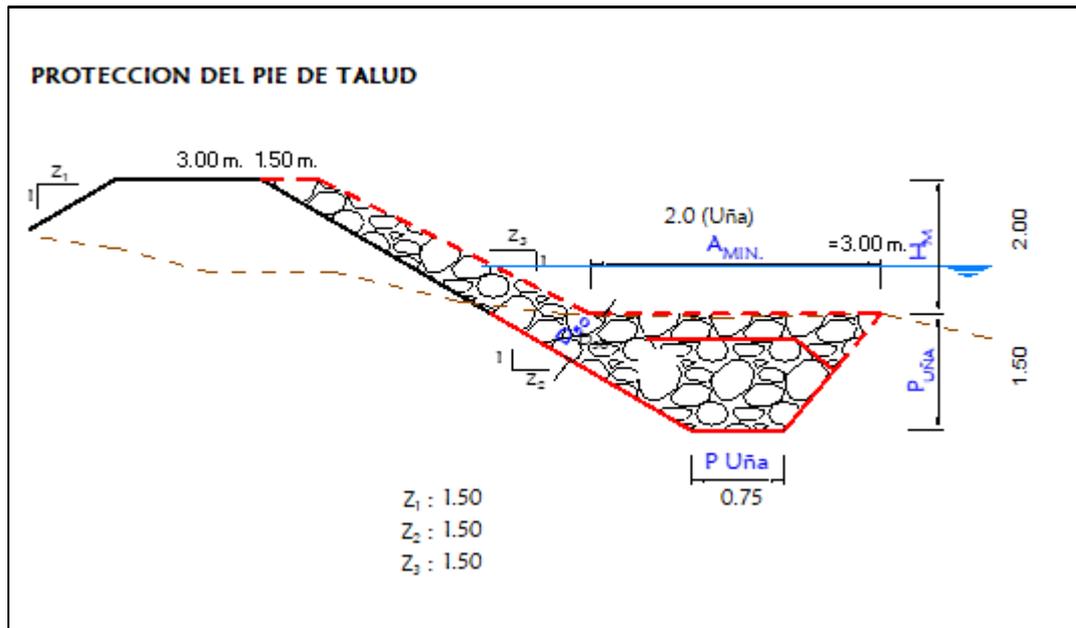


Figura 34 Medidas sección muro enrocado

Tabla 44 Datos de terreno para muro tipo enrocado

DATOS DEL TERRENO	
Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³
Angulo de fricción interna \emptyset	37
Altura de diseño (H)	3.00 m
Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

Fuente: Elaboración propia

Datos de terreno para muro tipo enrocado

Coefficiente de empuje activo

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{37}{2}\right) = 0.25$$

Densidad de la piedra (γ_p) = 2.80 tf/m³

Distribución de presiones

$$P = K_a \cdot \gamma_s \cdot H = 0.25 \cdot 1.60 \cdot 3.00 = 1.193 \text{ tn/m}^2$$

$$P' = K_a \cdot \gamma_s \cdot H' = 0.25 \cdot 1.60 \cdot 0.31 = 0.120 \text{ tn/m}^2$$

Verificación de estabilidad del muro

Elementos	Pesos (Tn)	X (m)	Momentos (Tn*m)
W1	8.93	1.75	15.62
W2	1.64	2.35	3.85
W3	2.04	4.04	8.24
Σ	12.61		27.71

Momento por volcamiento

$$\Sigma M_y = E_{pt} \cdot \text{Brazo} = 2.163 \cdot 1.09 = 2.349 \text{ tn*m}$$

Factor de seguridad al volcamiento

$$\Sigma M_y / M_{vo} = 27.71 / 2.394 = 11.80 \geq 2.00 \text{-----ok}$$

Factor de seguridad al deslizamiento

$$F = f * \sum F_v = 0.5 * 27.71 = 13.86$$

$$\beta = F / \sum F_Y = 13.86 / 2.163 = 6.41 \geq 1.50 \text{-----ok}$$

Presiones sobre el terreno

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = 9.2814 \text{ tn/m}^2 < 24.50 \text{ tn/m}^2$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) = 3.1056 \text{ tn/m}^2 < 24.50 \text{ tn/m}^2$$

4.6 Capacidad portante del terreno

4.6.1 Ensayos de laboratorio

Los ensayos realizados para obtener los parámetros del terreno y así su capacidad portante fueron:

- Ensayo de humedad natural.
- Análisis granulométrico.
- Límites de Atterberg.
- Análisis Químicos del contenido de sales, cloruros y sulfatos agresivos al concreto.
- Ensayos de Corte Directo.

Anexo N°6, calibración de equipos de laboratorio.

Anexo N°7, resultado de ensayos del laboratorio del terreno



Figura 35 Ensayos de campo márgenes río Solivin

4.6.2 Ensayo de Penetración Estándar (STP)

Los materiales interceptados en las perforaciones para el estudio geotécnico de las márgenes del río Solivin en el centro poblado San Jacinto, reportaron gravas gruesas y arenas, por tal motivo se realizó prueba de S.P.T. las muestras obtenidas se clasificaron según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) en el laboratorio mediante los ensayos pertinentes.

La correlación empírica entre N y la consistencia de suelos cohesivos (de muy blanda a durísima) define la posible resistencia a la compresión simple, asimismo N esta correlacionada a la compacidad de suelos granulares (de muy densa a muy densa).

Tabla 45 *Relación compacidad del suelo / densidad relativa*

N	Densidad Relativa
0 – 4	Muy densa
4 - 10	Densa
10 – 30	Media
30 – 50	Densa
> 50	Muy densa

Fuente: Elaboración propia

En cada perforación se registró el número de golpes de los últimos 30cm, de acuerdo a la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones. En niveles de suelos gravosos se empleó lo establecido en (UNE, 2016) Norma Técnica española y en la Norma Británica BS 1377-9:1990 “Code of practice for site investigations, sección 4. Fiel test, ítem 25 Tests in boreholes”, se cambió la cuchara partida por una punta cónica (puntaza).

Se usó de un factor de corrección de 1.3.

$$N = 1.3 C.n.$$



Figura 36 Inicio ensayo STP rio Solivin

Las muestras se colocaron según figura N°35



Figura 37 Material obtenido estratos del rio Solivin

Y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 46 Corrección del número de golpes ensayo STP, margen derecha

Ensayo N°	Tramo		Longitud de corrida (m)	SPT - CPT			N° G/ps	N° SPT corr G/ps	Observaciones
	Inicio	Final		N ₁	N ₂	N ₃			
1.00	3.00	3.38	0.38	21	15	65	80	62	MUY DENSA
				15	15	8			
2.00	4.50	4.70	0.20	16	65	R	81	62	MUY DENSA
				15	5	15			
3.00	6.00	6.37	0.37	21	15	65	80	62	MUY DENSA
				15	15	7			
4.00	7.50	7.70	0.20	35	65	R	100	77	MUY DENSA
				15	5	15			
5.00	9.00	9.07	0.07	65	R	R	65	50	DENSA
				7	15	15			
6.00	10.50	10.60	0.10	65	R	R	65	50	DENSA
				10	15	15			
7.00	12.00	12.11	0.11	65	R	R	65	50	DENSA
				11	15	15			
8.00	13.50	13.59	0.09	65	R	R	65	50	DENSA
				9	15	15			
9.00	15.00	15.11	0.11	65	R	R	65	50	DENSA
				11	15	15			
10.00	16.50	16.60	0.10	65	R	R	65	50	DENSA
				10	15	15			
11.00	18.00	18.09	0.09	65	R	R	65	50	DENSA
				9	15	15			
12.00	19.50	19.60	0.10	65	R	R	65	50	DENSA
				10	15	15			
13.00	21.00	21.05	0.05	65	R	R	65	50	DENSA
				5	15	15			
14.00	22.50	22.54	0.04	65	R	R	65	50	DENSA
				4	15	15			
15.00	24.00	24.09	0.09	65	R	R	65	50	DENSA
				9	15	15			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47 Corrección del número de golpes ensayo STP, margen izquierda

Ensayo N°	Tramo		Longitud de corrida (m)	SPT - CPT			N° Glps	N° SPT _{corr} Glps	Observaciones
	Inicio	Final		N ₁	N ₂	N ₃			
1.00	3.00	3.29	0.29	7.00	65	0.00	72	55	MUY DENSA
				15	14	0			
2.00	4.50	4.95	0.45	9	7	10	17	13	MEDIA
				15	15	15			
3.00	6.00	6.08	0.08	65	R	R	65	50	DENSA
				8	15	15			
4.00	7.50	7.56	0.06	65	R	R	65	50	DENSA
				06	15	15			
5.00	9.00	9.06	0.06	65	R	R	65	50	DENSA
				6	15	15			
6.00	10.50	10.95	0.45	6	24	30	54	42	DENSA
				15	15	15			
7.00	12.00	12.05	0.05	65	R	R	65	50	DENSA
				5	15	15			
8.00	13.50	13.55	0.05	65	R	R	65	50	DENSA
				5	15	15			
9.00	15.00	15.11	0.11	65	R	R	65	50	DENSA
				11	15	15			
10.00	16.50	16.61	0.11	65	R	R	65	50	DENSA
				11	15	15			
11.00	18.00	18.08	0.08	65	R	R	65	50	DENSA
				8	15	15			
12.00	19.50	19.61	0.11	65	R	R	65	50	DENSA
				11	15	15			
13.00	21.00	21.07	0.07	65	R	R	65	50	DENSA
				7	15	15			
14.00	22.50	22.55	0.05	65	R	R	65	50	DENSA
				5	15	15			
15.00	24.00	24.05	0.05	65	R	R	65	50	DENSA
				5	15	15			

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Capacidad de carga del suelo

Se evaluó empleando análisis de esfuerzos efectivos y parámetros de resistencia correspondientes al suelo en condición drenada.

La capacidad de carga nominal de un estrato de suelo, en ksf, se tomó como:

$$q_n = cN_{cm} + \gamma D_f N_{qm} C_{wq} + 0.5\gamma B N_{\gamma m} C_{w\gamma}$$

2.8.1.3.1.2a-1 (10.6.3.1.2a-1 AASHTO)

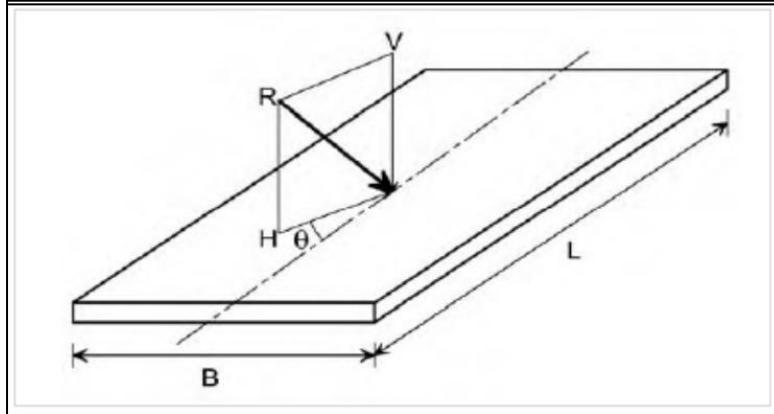


Figura 38 Carga puntual sobre terreno método carga ultima

La especialidad de hidrología e hidráulica reporto la cota de socavación 250.60 m.s.n.m. La estructura deberá cimentarse en la cota 252.04, en base a correlación de los ensayos SPT y ensayos geofísicos.

Por lo tanto se considera los siguientes parámetros para la determinación de la carga admisible en función de las geometrías propuestas para las cimentaciones superficiales.

Tabla 48 *Angulo de fricción del terreno*

Ubicación	Clasificación SUCS	Profundidad del estrato (m)	Clasificación SUCS	Cohesión (kg/cm ²)	Angulo de fricción (°)
Margen derecho	GP-SM	6.00-8.00	GP	0.09	37.0
Margen izquierdo	SM-GP	6.00-9.00	GP	0.00	36.5

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 49 *Capacidad admisible del terreno*

Ubicación	Profundidad de la cimentación Df (m)	Dimensión de la cimentación B x L (m)	Carga admisible Estado Limite de servicio (Kg/cm ²)	Carga ultima factorada estado limite de resistencia (Kg/cm ²)	Carga ultima en estado limite evento extremo (kg/cm ²)
Margen derecho	1.00	5.90 x 9.20	2.45	3.62	8.04
Margen izquierdo	1.00	5.90 x 9.20	2.45	3.85	8.57

Fuente: *Elaboración propia*

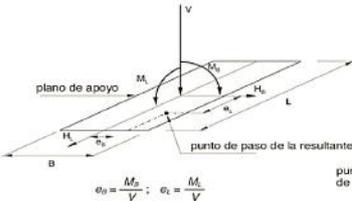
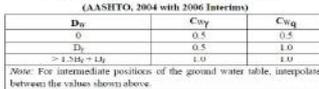
Del cuadro anterior, se verifica que las cargas transmitidas por las estructuras son menores a las cargas admisibles del suelo de cimentación.

Tabla 50 *Cota de cimentación suelo fundación*

Ubicación	Carga admisible Estado Limite de servicio (Kg/cm2)	Carga ultima factorada estado limite de resistencia (Kg/cm2)	Carga ultima en estado limite evento extremo (kg/cm2)	Asentamientos (cm)	Cota de cimentación (msnm)
Margen derecho	2.45	3.62	8.04	0.87	2.52.04
Margen izquierdo	2.45	3.85	8.57	1.88	252.04

Fuente: Elaboración propia

4.6.4 Cálculos de capacidad portante de terreno

		FORMULACION DE CAPACIDAD DE CARGA DE SUELOS																																													
		Metodología AASHTO 2014 - Manual de Puentes MTC 2018 Caso un solo estrato de cimentación																																													
Proyecto:	OBRAS LONGITUDINALES																																														
Estructura:	DEFENSAS RIBERENAS RIO SOLIMIN SECTOR SAN JACINTO																																														
Apoyo:	ESTRIBO IZQUIERDO																																														
FORMULA Apartado - 2.8.1.3.1.2a-1 (10.6.3.1.2a-1 AASHTO) Apartado - 2.8.1.3.1.2a Manual de Puentes MTC 2018 $q_u = cN_{qc} + \gamma D_f N_{q\gamma} C_{d1} + 0.5 \gamma B N_{\gamma} C_{d2}$		DATOS GEOMETRICOS Acciones y excentricidades de una cimentación superficial Anchura equivalente $B^* = B - 2a_y$ Longitud equivalente $L^* = L - 2a_x$																																													
q_u Capacidad de carga nominal c cohesión, resistencia al corte no drenado γ Peso específico del suelo B Anchura equivalente del cimientto N_c, N_q, N_γ Factores de capacidad de carga d_1, d_2 Factores de corrección por profundidad i_c, i_γ, i_q Factores de inclinación de carga s_c, s_γ, s_q Factores de corrección de la forma de la zapata																																															
DATOS DEL CÁLCULO		<table border="1"> <tr> <td>Anchura total del elemento de fundación (m)</td> <td>B</td> <td>5.00</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Longitud total del elemento de fundación (m)</td> <td>L</td> <td>9.20</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Anchura total equivalente (m)</td> <td>B*</td> <td>5.00</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Longitud total equivalente (m)</td> <td>L*</td> <td>9.20</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Carga vertical total (KN)</td> <td>V</td> <td>980.66</td> <td>KN</td> </tr> <tr> <td>Carga Horizontal total (KN)</td> <td>H</td> <td>343.23</td> <td>KN</td> </tr> <tr> <td>Dirección proyectada de la Carga (m)</td> <td>θ</td> <td>0</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>Momento en B sin factorar</td> <td>M_B</td> <td>0.00</td> <td>B 16.40 ft</td> </tr> <tr> <td>Momento en L sin factorar</td> <td>M_L</td> <td>0.00</td> <td>L 30.18 ft</td> </tr> <tr> <td>Excentricidad de la</td> <td>eB</td> <td>0.00</td> <td>V 220.452 kips</td> </tr> <tr> <td>Resultante (m)</td> <td>eL</td> <td>0.00</td> <td>H 77.158 kips</td> </tr> </table>		Anchura total del elemento de fundación (m)	B	5.00	m	Longitud total del elemento de fundación (m)	L	9.20	m	Anchura total equivalente (m)	B*	5.00	m	Longitud total equivalente (m)	L*	9.20	m	Carga vertical total (KN)	V	980.66	KN	Carga Horizontal total (KN)	H	343.23	KN	Dirección proyectada de la Carga (m)	θ	0	"	Momento en B sin factorar	M _B	0.00	B 16.40 ft	Momento en L sin factorar	M _L	0.00	L 30.18 ft	Excentricidad de la	eB	0.00	V 220.452 kips	Resultante (m)	eL	0.00	H 77.158 kips
Anchura total del elemento de fundación (m)	B	5.00	m																																												
Longitud total del elemento de fundación (m)	L	9.20	m																																												
Anchura total equivalente (m)	B*	5.00	m																																												
Longitud total equivalente (m)	L*	9.20	m																																												
Carga vertical total (KN)	V	980.66	KN																																												
Carga Horizontal total (KN)	H	343.23	KN																																												
Dirección proyectada de la Carga (m)	θ	0	"																																												
Momento en B sin factorar	M _B	0.00	B 16.40 ft																																												
Momento en L sin factorar	M _L	0.00	L 30.18 ft																																												
Excentricidad de la	eB	0.00	V 220.452 kips																																												
Resultante (m)	eL	0.00	H 77.158 kips																																												
FACTORES DE CORRECIÓN Presencia de nivel freático Table 8-5 Correction factor for location of ground water table (AASHTO, 2004 with 2006 Interim) 		(Tabla 10.6.3.1.2a-2 AASHTO) $C_{w1} = 0.5$ $C_{w2} = 0.5$																																													
FACTORES DE CORRECIÓN capacidad de carga (Tabla 10.6.3.1.2a.1 AASHTO) $N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi^*}{2}\right) e^{\gamma \tan \phi^*}$ $N_c = (N_q - 1) \cot \phi^*$ $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi^*$		$N_o = 28$ $N_c = 40.6$ $N_r = 38.5$																																													
Forma de la fundación (Manual de puentes MTC-Tabla 2.8.1.3.1.2a-3)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Factor</th> <th>Angulo de fricción</th> <th>Término de cohesión (s_c)</th> <th>Término de peso unitario (s_γ)</th> <th>Término de sobrecarga (s_o)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factores de Forma N_c, N_q, N_γ</td> <td>$\phi_f = 0$</td> <td>$1 + \left(\frac{B}{2L}\right)$</td> <td>1.0</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$\phi_f > 0$</td> <td>$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_c}{N_q}\right)$</td> <td>$1 - 0.5 \left(\frac{B}{L}\right)$</td> <td>$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi_f$</td> </tr> </tbody> </table>		Factor	Angulo de fricción	Término de cohesión (s_c)	Término de peso unitario (s_γ)	Término de sobrecarga (s_o)	Factores de Forma N_c, N_q, N_γ	$\phi_f = 0$	$1 + \left(\frac{B}{2L}\right)$	1.0	1.0		$\phi_f > 0$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_c}{N_q}\right)$	$1 - 0.5 \left(\frac{B}{L}\right)$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi_f$																													
Factor	Angulo de fricción	Término de cohesión (s_c)	Término de peso unitario (s_γ)	Término de sobrecarga (s_o)																																											
Factores de Forma N_c, N_q, N_γ	$\phi_f = 0$	$1 + \left(\frac{B}{2L}\right)$	1.0	1.0																																											
	$\phi_f > 0$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_c}{N_q}\right)$	$1 - 0.5 \left(\frac{B}{L}\right)$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi_f$																																											
Inclinación de cargas (10.6.3.1.2a-6 AASHTO) (10.6.3.1.2a-8 AASHTO) (10.6.3.1.2a-9 AASHTO) Para $\phi_f = 0$ $i_c = \left[1 - \frac{H}{(V + cBL \cos \phi_f)}\right]^n$ $n = 1.35$ Para $\phi_f > 0$ $i_c = \left[1 - \frac{H}{(V + cBL \cos \phi_f)}\right]^{(n+1)}$ $i_c = 0.54$ $i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{(2 + L/B) / (1 + L/B)}\right]^{0.5}$ $i_q = 0.56$ $i_c = i_\gamma - [(1 - i_\gamma) / (N_c - 1)] + [(2 + B/L) / (1 + B/L)] \tan^2 \theta$ $i_q = 0.36$		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Profundidad</th> </tr> <tr> <th>d_1</th> <th>d_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">= 1.00</td> </tr> </tbody> </table>		Profundidad		d_1	d_2	= 1.00																																							
Profundidad																																															
d_1	d_2																																														
= 1.00																																															
Valores de calculo Intermedios (10.6.3.1.2a-3 AASHTO) (10.6.3.1.2a-4 AASHTO) $N_{qc} = 30.3$ $N_{q\gamma} = 21.3$ $N_{\gamma r} = 40.9$		RESULTADOS DE CARGA ULTIMA Capacidad de carga ultima q_n 17.55 ksf Capacidad de carga ultima q_n 8.57 kg/cm2																																													
Condición de resistencia Factor de Seguridad del calculo 0.45 Capacidad de carga admisible 2.86 kg/cm2 Capacidad de carga factorada 7.90 ksf Capacidad de carga factorada 3.85 kg/cm2		Condición evento Extremo Presion Transmitida en estado Limite de Resistencia (kg/cm2) 3.31 CUMPLE OK Presion Transmitida Evento Extremo (kg/cm2) 7.35 CUMPLE OK Presion Transmitida por Servicio (kg/cm2) 2.45 CUMPLE OK																																													

4.7 Análisis económico del muro gavión

El análisis que se va emplear para este tipo de muro será por metro cubico (m3), teniendo como referencia la longitud que cubrirá las defensas ribereñas del de las márgenes a proteger tanto izquierda como derecha en el centro poblado San Jacinto.

Dentro de la partida de gavión se tiene que los bloques que forman el muro son:

Tipo A 1.00 x 1.00 m.

Tipo B 1.00 x 1.50 m.

Tipo D, colchón reno 0.30 x 2.00 m.

Donde se obtiene que el metrado final para los 187.60 metros lineales en ambas márgenes de muro gavión 1, 440.94 m3.

Tabla 51 *Metrado de muro gavión*

MURO GAVION								area	Volumen	1,440.94
Margen Derecho Longitudinal										
Tipo A	2	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	1.00	187.60		
Tipo B	2	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	1.50	281.40		
Tipo D	2	0+0.00	0+27.00	0+59.50	0+110.60	78.10	0.60	93.72		
Margen Izquierdo										
Tipo A	2	0+0.00	0+37.00	0+53.70	0+110.60	93.90	1.00	187.80		
Tipo B	2	0+0.00	0+37.00	0+53.70	0+110.60	93.90	1.50	281.70		
Tipo D	2	0+0.00	0+27.00	0+59.50	0+110.60	78.10	0.60	93.72		
							area	altura		
Gavion de anclaje primer nivel	6						35.00	1.00	210.00	
Gavion de anclaje segundo nivel	6						17.50	1.00	105.00	

Fuente: Elaboración propia

Como segundo paso se obtiene el análisis de precios unitarios de la partida de muros gaviones.

Tabla 52 *Análisis de precios unitarios de muro gavión*

Partida	01.03.06	MURO GAVION						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000				Costo unitario directo por : m3	181.57
H.H.	5.6400	H.M.					Jornada	8.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	27.66	1.11	
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.4000	17.07	6.83	
0147010004	PEON		hh	5.0000	2.0000	15.41	30.82	
							38.75	
	Materiales							
0246900049	GAVION TIPO CAJA	diferentes medidas	u		0.2000	445.50	89.10	
							89.10	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	38.76	1.94	
							1.94	
	Subpartidas							
900510010736	PIEDRA DE 6" A 10"		m3		1.0000	51.78	51.78	
							51.78	

Fuente: Elaboración propia

Por último el presupuesto solo del muro gavión será el siguiente:

Tabla 53 *Presupuesto muro gavión*

Presupuesto muro gavión	
Costo Directo	S/. 261 , 631.18
Gastos Generales (10%)	S/. 26 , 163.12
Utilidad (10%)	S/. 26 , 163.12
Subtotal	S/. 313 , 957.42
IGV (18%)	S/. 56 , 512.34
Total	S/. 370 , 469.76

Fuente: Elaboración propia

4.8 Análisis económico del muro de gravedad

El análisis que se va emplear para este tipo de muro se disgregara en las siguientes partidas:

Encofrado de muros de gravedad (m2).

Concreto de muros de gravedad (m3).

Teniendo como referencia la longitud que cubrirá las defensas ribereñas de las márgenes a proteger tanto izquierda como derecha en el centro poblado San Jacinto.

Así se tiene que el metrado de las partidas de concreto y encofrado son las siguientes:

Tabla 54 *Metrado del encofrado muro de gravedad*

Partida	Unidad	Nº veces	Pi-1	Pf-1	Pi-2	Pf-2	L (m)	Ancho (A)	Alto (m)	Parcial	Total
Muro de gravedad											1,155.75
Margen Derecho										Area	
Encofrado de cimentacion		2	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	0.50		93.80	
		3					6.30	0.50		9.45	
Encofrado de la pantalla		2	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	1.00	2.50	469.00	
		3						0.75	2.50	5.63	
Margen Izquierdo											
Encofrado de cimentacion		2	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	0.50		93.80	
		3					6.30	0.50		9.45	
Encofrado de la pantalla		2	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	1.00	2.50	469.00	
		3						0.75	2.50	5.63	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55 *Metrado del concreto muro de gravedad*

Partida	Unidad	Nº veces	Pi-1	Pf-1	Pi-2	Pf-2	L (m)	Ancho (A)	Alto (m)	Parcial	Total
Muro de gravedad											548.73
Margen Derecho										Area	
concreto para cimentacion		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	0.50	2.10	98.49	
concreto para pantalla		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	2.50	0.75	175.88	
Margen Izquierdo											
concreto para cimentacion		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	0.50	2.10	98.49	
concreto para pantalla		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	2.50	0.75	175.88	

Fuente: Elaboración propia

Como segundo paso se obtiene el análisis de precios unitarios de la partida de muros de gravedad.

Tabla 56 *Análisis precio unitario del encofrado muro de gravedad*

Partida	01.03.07	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO MURO DE CONTENCIÓN DE GRAVEDAD					Costo unitario directo por : m2	77.47
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000				Jornada	8.00
H.H.	2.3428	H.M.						
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	27.66	1.84		
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.28	14.19		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.07	11.38		
0147010004	PEON	hh	2.0000	1.3333	15.41	20.55		
							47.96	
Materiales								
0202010110	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.2000	3.57	0.71		
0207060013	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8	kg		0.2000	3.49	0.70		
0230110003	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0400	138.31	5.53		
0243040138	MADERA TORNILLO	p2		1.7500	6.46	11.31		
0244030067	TRIPLAY 4' X 8' X 18 MM	pln		0.0800	115.00	9.20		
							27.45	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	41.10	2.06		
							2.06	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 *Análisis precio unitario del concreto muro de gravedad*

Partida	01.03.08 CONCRETO PARA MURO DE CONTENCIÓN DE GRAVEDAD (f'c = 140 kg/cm2)						364.78
Rendimiento	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3			8.00
H.H. 5.8354	H.M. 1.2685		Jornada				8.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2500	27.66	6.92	
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.5000	21.28	31.92	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.5000	17.07	25.61	
0147010004	PEON	hh	6.0000	3.0000	15.41	46.23	
110.67							
Materiales							
0221000149	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		4.5000	28.60	128.70	
0229510174	COMBUSTIBLE LUBRIC. Y FILTROS	%EQ		5.0000	9.33	46.65	
0230190013	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gal		0.1760	16.04	2.82	
0230520001	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2300	24.54	5.64	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.3000	13.10	3.93	
187.75							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	98.37	4.92	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5000	6.99	3.50	
0349100048	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11-12 P3	hm	1.0000	0.5000	13.99	7.00	
15.41							
Subpartidas							
900347030102	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7000	30.62	21.43	
900510010709	ARENA ZARANDEADA	m3		0.5000	18.87	9.44	
900554010104	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1.2500	13.66	17.08	
900554010107	AGUA	m3		0.1200	25.00	3.00	
50.95							

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los metrados y el análisis del precio unitario se obtiene el costos directo del muro de gravedad.

$$\text{Encofrado} = 1, 155.75 \times 77.47 = \text{S/}. 89,535.95$$

$$\text{Concreto} = 364.78 \times 548.73 = \text{S/}. 200,165.90$$

Tabla 58 *Presupuesto muro de gravedad*

Presupuesto muro de gravedad	
Costo Directo	S/. 289 , 701.68
Gastos Generales (10%)	S/. 28 , 970.17
Utilidad (10%)	S/. 28 , 970.17
Subtotal	S/. 347 , 642.02
IGV (18%)	S/. 62 , 575.56
Total	S/. 410 , 217.76

Fuente: Elaboración propia

4.9 Análisis económico del enrocado

El análisis que se va a emplear para este tipo de obra de defensa ribereña se desglosa en las siguientes partidas:

- Transporte para material de enrocado (m3k).
- Relleno con material de préstamo para estructuras (m3).
- Geotextil no tejido (m2)
- Enrocado de protección (m3)

Teniendo como referencia la longitud que cubrirá las defensas ribereñas de los márgenes a proteger tanto izquierda como derecha en el centro poblado San Jacinto.

Así se tiene que los metros de las partidas que forman en conjunto la defensa ribereña tipo enrocado son:

Tabla 59 *Metrado movilización del material granular muro tipo enrocado*

Partida	Unidad	N° veces	Pi-1	Pf-1	Pi-2	Pf-2	L (m)	Ancho (A)	Alto (m)	Parcial	Total
Enrocado											2,746.46
Margen Derecho-Izquierdo		1.00						187.60	14.64	Area 2,746.46	
Movilizacion de material de pedragrande											

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60 *Metrado relleno material de préstamo*

Partida	Unidad	N° veces	Pi-1	Pf-1	Pi-2	Pf-2	L (m)	Ancho (A)	Alto (m)	Parcial	Total
Muro de gravedad											2,110.50
Margen Derecho		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	3.00	3.00	Volumen 844.20	
Relleno material de prestamo para terraplen		0.5	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	1.50	3.00	211.05	
Margen Izquierdo		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	3.00	3.00	844.20	
Relleno material de prestamo para terraplen		0.5	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	1.50	3.00	211.05	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61 *Metrado geotextil*

Partida	Unidad	N° veces	Pi-1	Pf-1	Pi-2	Pf-2	L (m)	Ancho (A)	Alto (m)	Parcial	Total
Enrocado											562.80
Margen Derecho-Izquierdo		1.00						187.60	3.00	Area 562.80	
Geotextil											

Fuente: Elaboración propia

Enrocado

Área del enrocado

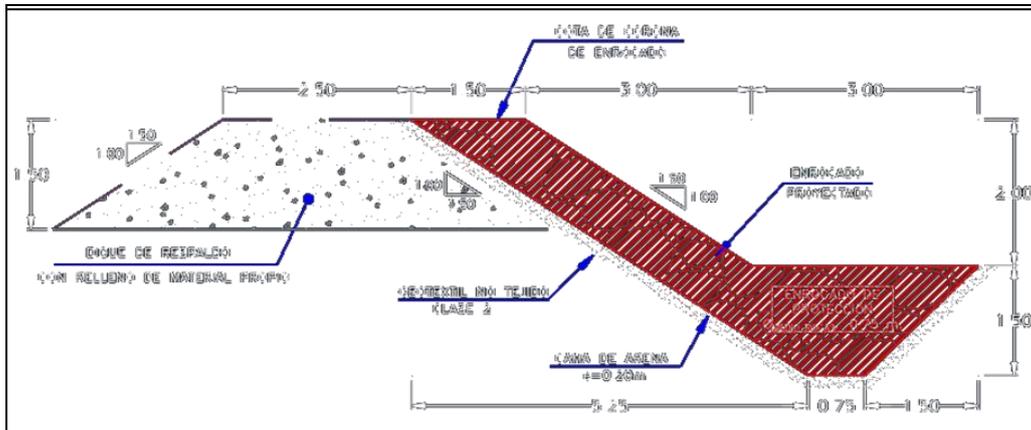


Figura 39 Área del volumen del enrocado

Tabla 62 *Metrado piedra para enrocado*

Partida	Unidad	N° veces	Pi-1	Pf-1	Pi-2	Pf-2	L (m)	Ancho (A)	Alto (m)	Parcial	Total
Muro de gravedad											2,746.46
Margen Derecho											
Enrocado		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	14.64	1.00	Volumen 1,373.23	
Margen Izquierdo											
Enrocado		1	0+0.00	0+36.40	0+53.20	0+110.60	93.80	14.64	1.00	1,373.23	

Fuente: *Elaboración propia*

Como segundo paso se obtiene el análisis de precios unitarios de las partidas que conforman las defensas ribereñas tipo enrocado.

Tabla 63 *Análisis precio unitario transporte material granular*

Partida	01.03.09	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120 M Y 1000 M					6.50
Rendimiento	m3k/DIA	MO. 513.0000	EQ. 513.0000	Costo unitario directo por : m3k			8.00
H.H.	0.0075	H.M. 0.0231		Jornada			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	0.4800	0.0075	17.07	0.13	0.13
	Equipos						
0348040083	CAMION VOLQUETE 6 X 4, 15 m3	hm	1.0000	0.0156	280.60	4.38	4.38
0349040191	CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4.0 YD3	hm	0.4800	0.0075	265.25	1.99	1.99
							6.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64 *Análisis precio unitario relleno material de préstamo*

Partida	01.03.10	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO PARA ESTRUCTURAS					49.98
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			8.00
H.H.	1.1768	H.M. 0.5635		Jornada			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	27.66	0.44	0.44
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.07	2.73	2.73
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.6400	15.41	9.86	9.86
							13.03
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	13.03	0.65	0.65
0349030144	RODILLO LISO VIBRAT. MANUAL DE 10.8 HP 0.8-1.1 ton	hm	1.0000	0.1600	39.26	6.28	6.28
0349030145	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	2.0000	0.3200	32.05	10.26	10.26
							17.19
	Subpartidas						
90034703010	EXTRACCION DE MATERIAL DE RELLENO	m3		1.2000	8.03	9.64	9.64
900510010756	ZARANDEO DE MATERIAL	m3		1.2000	5.93	7.12	7.12
900554010107	AGUA	m3		0.1200	25.00	3.00	3.00
							19.76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65 *Análisis precio unitario geotextil*

Partida	01.03.11	GEOTEXTIL NO TEJIDO					10.31
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			8.00
H.H.	0.0407	H.M.		Jornada			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0007	27.66	0.02	0.02
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0067	17.07	0.11	0.11
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0333	15.41	0.51	0.51
							0.64
	Materiales						
0230180059	GEOTEXTIL NO TEJIDO CLASE 2	m2		1.1000	8.76	9.64	9.64
							9.64
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.64	0.03	0.03
							0.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66 *Análisis precio unitario enrocado de protección*

Partida	01.03.12	ENROCADO DE PROTECCION						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : m3		50.18
H.H. 0.2309		H.M. 0.1356				Jornada		8.00
Código	Descripción Recurso		Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
909701020862	ACOMODO DE MATERIAL ENROCADO			m3		1.0500	23.26	24.42
909803021011	MATERIAL PARA ENROCADO			m3		1.0000	25.76	25.76
								50.18

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los metrados y el análisis del precio unitario se obtiene el costos directo del muro de gravedad.

Transporte para material de enrocado = 2, 746.46 x 6.50 = S/. 17, 851.99

Relleno material préstamo para estructuras = 2, 110.50 x 49.98= S/. 105, 482.79

Geotextil no tejido = 562.80 x 10.31 = S/. 6, 083.86

Enrocado de protección = 2, 746.46 x 50.18 = S/. 137, 817.36

Tabla 67 *Presupuesto muro tipo enrocado*

Presupuesto enrocado	
Costo Directo	S/. 267 , 236.00
Gastos Generales (10%)	S/. 26 , 723.60
Utilidad (10%)	S/. 26 , 723.60
Subtotal	S/. 320 , 683.20
IGV (18%)	S/. 57 , 722.98
Total	S/. 378 , 406.18

Fuente: Elaboración propia

4.10 Interpretación de los resultados

Indicador N°1

Factor de seguridad al volteo (FSV)

Tabla 68 Valores factor de seguridad al volteo (FSV)

Muro Gavión	Muro Gravedad	Muro Enrocado
7.68	5.22	11.80

Fuente: Elaboración propia

Interpretación, De la tabla N°68, se puede observar la comparación de los resultados obtenidos a los cálculos para la obtención del factor de seguridad al volteo (FSV). Donde se aprecia que el muro tipo enrocado tiene un mayor valor a la estabilidad ante una falla por volteo.

Hipótesis, Se analizó el factor de seguridad al volteo (FSV) para saber qué tipo de obra longitudinal de defensa ribereña tenía una mejor performance ante un falla por volteo.

Validez, Se validó que el muro tipo enrocado trabaja mejor ante una falla de estabilidad de la estructura al volteo.

Indicador N°2

Factor de seguridad al deslizamiento (FSD)

Tabla 69 Valores factor de seguridad al deslizamiento (FSD)

Muro Gavión	Muro Gravedad	Muro Enrocado
3.51	2.32	6.41

Fuente: Elaboración propia

Interpretación, De la tabla N°69, se puede observar la comparación de los resultados obtenidos a los cálculos para la obtención del factor

de seguridad al deslizamiento (FSD). Donde se aprecia que el muro tipo enrocado tiene un mayor valor a la estabilidad ante una falla al deslizamiento.

Hipótesis, Se analizó el factor de seguridad al deslizamiento (FSD) para saber qué tipo de obra longitudinal de defensa ribereña tenía una mejor performance ante un falla por deslizamiento.

Validez, Se validó que el muro tipo enrocado trabaja mejor ante una falla de estabilidad de la estructura al deslizamiento.

Indicador N°3

Capacidad portante del terreno

Tabla 70 *Valores presiones sobre el terreno*

Muro Gavión	Muro Gravedad	Muro Enrocado
6.84 tn/m ²	7.42 tn /m ²	9.28 tn/m ²

Fuente: Elaboración propia

Interpretación, de la tabla N°70, se puede observar que los tres tipos de obra longitudinal de defensa ribereña cumplen con estar debajo de la capacidad portante de terreno admisible obtenida con los parámetros que dio el ensayo de corte directo y el análisis de esfuerzos totales para nuestro caso 24.5 tn /m².

Hipótesis, Se analizó las presiones sobre terreno para determinar si los tres tipos de estructuras investigadas cumplan con estar por debajo de la capacidad portante del terreno

Validez, Se validó los tres tipos de estructuras propuestas cumplen con la condición de ejercer presiones al terreno menores a su capacidad portante.

Indicador N°4

Costo material

Tabla 71 *Valores costo de material*

Muro Gavión	Muro Gravedad	Muro Enrocado
S/.128, 378.75	S/.162, 707.19	S/. 6, 083.86

Fuente: Elaboración propia

Interpretación, De la tabla N° 71, se puede observar la comparación de los resultados al análisis de costo de material donde se observa que el muro gavión y el tipo enrocado tienen un menor valor en costo respecto al muro de gravedad.

Hipótesis, Se analizó respecto al costo de los materiales para determinar qué tipo de estructura tuvo un menor impacto económico respecto a los costos de material que se utilizaron

Validez, Se validó que el muro tipo enrocado y gavión tuvieron un menor costo respecto al muro de gravedad.

Indicador N°5

Costo mano de obra

Tabla 72 *Valores costo de mano de obra*

Muro Gavión	Muro Gravedad	Muro Enrocado
S/.130, 448.30	S/.116, 157.72	S/. 28, 217.05

Fuente: Elaboración propia

Interpretación, De la tabla N°72, se puede observar la comparación de los resultados al análisis de costo de material donde se observa

que el muro gavión tiene el mayor costo por mano de obra respecto a los otros dos tipos de estructuras investigadas.

Hipótesis, Se analizó respecto al costo de la mano de obra para determinar qué tipo de estructura tuvo un menor impacto económico respecto a los costos de la mano de obra que se utilizaron.

Validez, Se validó que el muro tipo enrocado tuvo un menor costo respecto al muro de gravedad y gavión.

Indicador N°6

Costo mano de equipos

Tabla 73 *Valores costo de equipos de obra*

Muro Gavión	Muro Gravedad	Muro Enrocado
S/.2, 804.13	S/.10, 836.77	S/. 210, 801.90

Fuente: Elaboración propia

Valores costo de equipos de obra

Interpretación, De la tabla N°73, se puede observar la comparación de los resultados al análisis de costo de equipos donde se observa que el muro enrocado tiene el mayor costo por equipos utilizados en obra respecto a los otros dos tipos de estructuras investigadas.

Hipótesis, Se analizó respecto al costo de los equipos para determinar qué tipo de estructura tuvo un menor impacto económico

Validez, Se validó que el muro tipo enrocado tuvo un costo mucho mayor respecto a los otros tipos de estructuras investigadas.

V. DISCUSSION

- Los valores del factor de seguridad al volteo (FSV) en condiciones secas para muros gavión, muro de gravedad y tipo enrocado fueron 7.68, 5.22, 11.80, respectivamente observándose que el muro tipo enrocado tiene una mayor factor lo que lo hace que la estructura sea más estable ante una falla al volcamiento en comparación a los otros dos tipos de estructuras investigadas. El muro gavión también tiene un alto valor numérico de factor de seguridad respecto al muro de gravedad, en porcentaje significa que el muro gavión tiene un factor de seguridad de 47.13% más que el muro de gravedad lo que indica que para una falla al volteo los gaviones tendrán un mejor comportamiento. Paucar y Ccencho (2014) al realizar un análisis entre muro gavión y muro en su tesis “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500 afectado por la erosión del río Lircay” resulto que el muro gavión tiene un factor de seguridad al volteo (FSV) 4.13 mientras el muro de gravedad su factor es 4.60, para la obtención de estos resultados se utilizó el mismo criterio que nuestra investigación obteniéndose similitud en los resultados.
- Los valores del factor de seguridad al deslizamiento (FSD) en condiciones secas para muros gavión, muro de gravedad y tipo enrocado fueron 3.51, 2.32, 6.41, respectivamente observándose que el muro tipo enrocado tiene una mayor factor lo que lo hace que la estructura sea más estable ante una falla al deslizamiento en comparación a los otros dos tipos de estructuras investigadas. El muro gavión también tiene un alto valor numérico de factor de seguridad respecto al muro de gravedad, lo que indica que para una falla al deslizamiento los gaviones tendrán un mejor comportamiento. Paucar y Ccencho (2014) al realizar un análisis entre muro gavión y muro de gravedad en su tesis “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500 afectado por la erosión del río Lircay” resulto que el muro gavión tiene un factor de seguridad al deslizamiento (FSV) 1.97 mientras el muro de gravedad su factor es 1.53, para la obtención de estos resultados se utilizó el mismo criterio que nuestra investigación obteniéndose similitud en los resultados.

- Los valores de presiones al terreno del muro gavión, muro de gravedad y muro enrocado fueron 6.84 tn/m², 7.42 tn/m², 9.28 tn/m², respectivamente cumpliendo con ser menores que el valor de la capacidad admisible del terreno en el río Solivin que fue de 24.50 tn/m². Vara (2018) en la tesis de grado titulado: “Análisis técnico económico comparativo del diseño muro de contención tipo gavión y mampostería en el río Parco, centro poblado de Parco – Piscobamba 2017”, se observó que las presiones en el muro gavión y el muro de gravedad fueron 5.40 tn/m² y 6.42 tn/m² siendo la capacidad portante del terreno de 19.50 tn/m², observándose similitud en los resultados.
- El costo de los materiales del muro gavión, muro de gravedad y muro tipo enrocado fueron S/.128, 378.75, S/.162, 707.19, S/. 6, 083.86 respectivamente teniendo un mayor costo los materiales para la realización del muro de gravedad por la incidencia del concreto y encofrado que se utiliza para su construcción. Paucar y Ccencho (2014) al realizar un análisis entre muro gavión y muro gravedad en su tesis “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500 afectado por la erosión del río Lircay”, da como resultado que el costo de materiales para un muro de gavión y muro de gravedad es S/.535, 107.73, S/.815, 657. 37 lo que determina que existe similitud con los resultados obtenidos al análisis de precio de materiales de la investigación. Alvites y Parco (2018) en la tesis de grado titulado: “Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a. En ñaña”, indica que el precio de los materiales utilizados para la construcción de un muro tipo enrocado es mayor que su mano de obra siendo el costo de S/.179, 784.58, en el estudio desarrollado es al revés ya que el material se extrae del propio río lo que reduce el costo en piedra para enrocado.

- El costo de la mano de obra del muro gavión, muro de gravedad y muro tipo enrocado fue de S/.130, 448.30, S/.116, 157.72, S/. 28, 217.05 respectivamente teniendo un mayor costo de la mano de obra los muros por el volumen de piedra que se tiene que colocar en todas las cajas gavión en los 187.60 m de defensa ribereña a construir a diferencia del muro de gravedad que su mayor incidencia está en el material y el enrocado en los equipos siendo la misma longitud. Paucar y Ccencho (2014) realizaron un análisis entre muro gavión y muro gravedad en su tesis “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500 afectado por la erosión del río Lircay”, dio como resultado que el costo de la mano de obra para un muro de gavión y muro de gravedad fue de S/.43, 603.49, S/.122, 644.66 respectivamente, la diferencia en comparación con la investigación radica en que las piedras de relleno de gaviones se tenían en la misma vía lo que redujo su costo de la mano de obra de esta estructura abaratando el presupuesto utilizando el muro gavión como solución. Alvites y Parco (2018) en la tesis de grado titulado: “Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a. En ñaña”, indicó que el precio de la mano de obra utilizados para la construcción de un muro tipo enrocado es menor que el costo de mano de obra en comparación de los materiales y mano de obra utilizados para muros gavión y gravedad de obra siendo el costo de S/.92, 163.84, la razón es porque la incidencia en este tipo de trabajos radica en las máquinas pesadas utilizadas.
- El costo de los equipos del muro gavión, muro de gravedad y muro tipo enrocado fue de S/.2, 804.13, S/.10, 836.77, S/. 210, 801.90 respectivamente donde se observó los costos de equipos para muro gavión son mínimos para su construcción a diferencia de los muros de gravedad y sobre todo del muro enrocado. Paucar y Ccencho (2014) al realizar un análisis entre muro gavión y muro gravedad en su tesis “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500 afectado por la erosión del río Lircay”, da como resultado que el

costo de la mano de obra para un muro de gavión y muro de gravedad es S/.45, 125.14, S/.51, 338.14 donde existe similitud a la investigación realizada donde el muro de gravedad tiene mayor incidencia que el muro gavión en equipos utilizados para su construcción. Alvites y Parco (2018) en la tesis de grado titulado: "Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensas ribereñas utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq s.a. En ñaña", indica que el precio de equipos utilizados para la construcción de un muro tipo enrocado es mayor que el costo de materiales y mano de obra al ser trabajos desarrollados con maquinaria pesada siendo el costo de S/.288, 002.77.

VI. CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos se ha determinado que los sistemas de contención influyen en el factor de seguridad al volteo de la siguiente manera; muro gavión 7.68, el muro de gravedad 5.22, el muro tipo enrocado 11.80, según se indica en la tabla N°68. Los tres cumplen con el valor mínimo establecido de 2.00 según el reglamento nacional de edificaciones RNE, considerando los resultados el muro de defensa ribereña tipo enrocado presenta un mejor comportamiento a este indicador.
- De los resultados obtenidos se ha determinado que los sistemas de contención influyen en el factor de seguridad al deslizamiento de la siguiente manera; muro gavión 3.51, el muro de gravedad 3.32, el muro tipo enrocado 6.41, según se indica en la tabla N°69. Los tres cumplen con el valor mínimo establecido de 1.50 según el reglamento nacional de edificaciones RNE, considerando los resultados el muro de defensa ribereña tipo enrocado presenta un mejor comportamiento a este indicador.
- De los resultados obtenidos se ha determinado que los sistemas de contención influyen en las presiones sobre el terreno de la siguiente manera; muro gavión 6.84 tn /m², el muro de gravedad 7.42 tn/m², el muro tipo enrocado 9.28 tn/m², según se indica en la tabla N°70. Los tres cumplen con ser menores al valor resultante de la capacidad de carga admisible del terreno que fue 24.50 tn/m², considerando los resultados el muro de defensa ribereña tipo gavión ejerce menores presiones al terreno presentando un mejor comportamiento a este indicador.
- De los resultados obtenidos se ha determinado que los sistemas de contención influyen en los costos de los materiales del proyecto de la siguiente manera; muro gavión S/.128, 378.75, el muro de gravedad S/.162, 707.19, el muro tipo enrocado S/. 6, 083.86, según se indica en la tabla N°71, considerando los resultados el muro de defensa ribereña tipo enrocado presenta una menor incidencia en costos para este indicador.

- De los resultados obtenidos se ha determinado que los sistemas de contención influyen en los costos de mano de obra del proyecto de la siguiente manera; muro gavión S/.130, 448.30, el muro de gravedad S/.116, 157.72, el muro tipo enrocado S/. 28, 217.05, según se indica en la tabla N°72, considerando los resultados el muro de defensa ribereña tipo enrocado presenta una menor incidencia en costos para este indicador.
- De los resultados obtenidos se ha determinado que los sistemas de contención influyen en los costos de los equipos del proyecto de la siguiente manera; muro gavión S/.2, 804.13, el muro de gravedad S/.10, 836.77, el muro tipo enrocado S/. 210, 801.90, según se indica en la tabla N°73, considerando los resultados el muro de defensa ribereña tipo gavión presenta una menor incidencia en costos para este indicador.
- El análisis técnico económico influyo para determinar que la mejor opción como obra longitudinal defensa ribereña en el rio Solivin, sector San Jacinto son los muros gavión ya que técnicamente cumple con los indicadores del factor de seguridad al volteo, al deslizamiento y ejerce menores presiones al terreno sin que afecte su comportamiento estructural. En lo económico presento un presupuesto con un menor costo directo, la logística para los materiales y mano de obra se obtuvieron con mayor facilidad, el proveedor de las cajas gavión dio el soporte técnico y la ingeniería de detalle al momento de la ejecución.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar muros gavión para defensas ribereñas ya que tienen una buena estabilidad, cuando están bien dimensionados su factor de seguridad al volcamiento sobrepasa el valor mínimo permitido para su diseño. Son muros que se adecuan a cualquier tipo de topografía y estabilización de taludes.
- Se recomienda verificar si el muro diseñado sobrepasa el valor mínimo del factor de seguridad al deslizamiento (FSD) para empujes laterales para proseguir con el análisis económico. Los muros gaviones son estructuras que tienen un buen comportamiento estructural a empujes activos y pasivos.
- Se recomiendo primero tener los ensayos de corte directo del suelo de fundación para obtener los parámetros de su composición y características así poder realizar el cálculo de la capacidad portante del terreno, posteriormente calcular las presiones máximas y mínimas de los elementos estructurales diseñados para ver si son menores a lo que soporta el terreno.
- Se recomienda realizar el análisis de los costos de los materiales disgregado del presupuesto, tener una buena logística para que los materiales lleguen a tiempo ya que la demora de estos genera pérdidas económicas y menores rendimientos.
- Se recomiendo analizar el costo de la mano de obra disgregado del presupuesto, realizar un análisis de restricciones indicando que tan complicado sería conseguir mano de obra calificada así no tener sobre costos por demoras.

- Se recomienda analizar el costo del equipo desgregado del presupuesto ya que muchas veces trabajar con maquinaria pesada implica tener gastos para la continuidad de su operatividad para eso la logística debe estar atenta a todo lo que ocurre en obra.
- Se recomienda realizar un análisis técnico-económico sincerado teniendo varios tipos de opciones de estructuras con las que se puedan realizar comparaciones y así tener la mejor solución al problema también concientizar a la población que se deben respetar los lugares que han sido cauce de río o áreas donde discurren huaycos evitando problemas posibles daños materiales y personales.

VIII. REFERENCIAS

Alva Hurtado, Jorge. 2021. *Diseño de Cimentaciones*. Lima : Fondo Editorial ICG, 2021. pág. 39.

Alvites, Jaime y Parco, David. 2018. *Propuesta de guía constructiva para la construcción de defensa ribereña utilizando el sistema de muro enrocado en la planta de cppq. en Ñaña*. Lima : s.n., 2018.

Analysis of the Shear Resistance Force of Filled Gravels Confined in a Flexible Frame Using an Assembled Distinct Element Method. **Horiguchi, T y katsuki, S. 2014.** Hashirimizu, Yokosuka, Kanagawa : s.n., 2014, Department of Civil and Environmental Engineering, National Defence Academy, 1-10-20, 2398686, Japan, Vol. 5.

Ayabaca, Bryan y Salazar, Luis. 2018. *Análisis comparativo técnico-económico entre muro de contención de hormigón armado y muro de contención de suelos mecánicamente estabilizado con el sistema terramesh para el proyecto urbanización toscana*. Quito : s.n., 2018.

Bauer, Gustavo y Perez, Joao. 2015. *Análisis comparativo del enrocado y del sistema bolsacreto en la construcción de la rada interior del proyecto Lima marina club*. Lima : s.n., 2015.

Bono Cabre , Roser. 2012. *Diseño Cuasi-Experimentales y Longitudinales*. Barcelona : Universidad de Barcelona, 2012.

Cabrero, Julio y Llorente, karen. 2013. *La Aplicación del Juicio de Experto como Técnica de de la Información y Comunicación (TIC)*. Sevilla : Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación, 2013.

Camargo, Jaime y Franco, Victor. 2001. *Manual de gaviones*. Mexico : Series del instituto de ingeniería de la UNAM, 2001.

Capeco. 2015 *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Lima : s.n., 2015.

Castro Montes, Estefano Junior. 2019. *Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica en el 2019*. Lima : s.n., 2019.

Coral, Joseph y Flores, Carlos. 2016. *Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la localidad de Bernabe Guridi del distrito de Tarapoto, provincia de San Martín, región San Martín.* Tarapoto : s.n., 2016.

De Pina Vara, Rafael. 2005. *Diccionario de derecho.* México DF : Editorial Porrúa, 2005.

Durabilidad a Largo Plazo de los Nuevos Gaviones. **Fracassi, Gerardo, Santos, Petrucio y Herrera , Javier. 2018.** Buenos Aires : XXVIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA, 2018, Maccaferri do Brasil Ltda., Brasil - Maccaferri de Argentina, Argentina., págs. 1-2.

Espinoza Sanchez, Roland. 2018. *Sistemas de estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo-Huancavelica, 2018.* Lima : s.n., 2018.

Evaluación de la eficiencia en disipación de energía en estructuras hidráulicas construidas con gaviones y material reciclado (neumático usado) mediante modelamiento físico a escala reducida. **Efren Ayala, Luis, Franco, Alejandro y Padilla, Edgar. 2020.** Bogotá : s.n., 2020, Revista UIS Ingenierías, Vol. 19, págs. 143-154.

Evangelista Otoya, Karla. 2017. *Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el río Chancay – 2017- Tesis (Ingeniería civil).* Repositorio institucional, Lima : 2017.

Eyzaguirre Acosta, Carlos Augusto. 2017. *Costos y Presupuestos para Edificaciones.* Lima : Empresa Editora Macro E.I.R.L, 2017.

Finite element analysis of a CFRP reinforced retaining wall. **Ouria, Ahad , y otros. 2016.** 6, Arizona, EEUU : s.n., 2016, Geomechanics and Engineering, Vol. 10, págs. 757-774.

Fracassi, Gerardo. 2019. *Defensas Ribereñas con Gaviones y Geosintéticos.* Bogotá : DGP Editores SAS, 2019.

Gabbioni: Una Herramienta Para el Diseño de Presas de Gaviones. **Jimenez, Eduardo, Gomez, Yessenia y Carrillo, Mauricio. 2019.** Mazatlan : V Congreso Nacional de Riego y Drenaje, 2019, Artículo Comell-1912, págs. 1-16.

Gamez Morales, William. 2015. *Texto Basico Autofromativo De Topografia General.* Managua : Universidad Nacional Agraria, 2015.

Gomez, Marx y Bartra, Judith. 2018. *Evaluacion del flujo hidraulico del rio Cumbaza para el diseño de defensa ribereña en el sector mirador Cumbaza distrito de Morales.* Tarapoto : s.n., 2018.

Hernandez Sampieri, Roberto. 2014. *Metodologia de la Investigacion.* Mexico DF : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014.

Implementacion de algoritmo para diseño de pequeñas presas de gaviones.
Jimenez, Eduardo. 2016. Chapingo, Estado de Mexico : Artículo COMEII-16015, 2016, II Congreso Nacional de Riego y Drenaje, págs. 1-13.

INVESTIGATIONS, CODE OF PRACTICE FOR SITE. 2018. *NORMA BRITANICA.* LONDRES : s.n., 2018.

Life cycle assessment of earth-retaining walls: An environmental comparison.
Pons, Joaquín , y otros. 2018. 1, Valencia, España : s.n., 2018, Journal of Cleaner Production, Vol. 192, págs. 411-420.

Local variations in gabion structures. **Clarke, Sam, y otros. 2018.** Sheffield : s.n., 2018, Department of Civil and Structural Engineering, The University of Sheffield, Mappin Street, Sheffield S1 3JD, Vol. 9, págs. 415-431.

Lugo, Josselyn. 2019. *Socavacion en muros de defensa ribereña en rios de alta pendiente-rio Rimaczana del Pedregal, distrito de Lurigancho.* Lima : s.n., 2019.

Lujan Lopez, Jose Luis. 2017. *Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017.* Lima : s.n., 2017.

Lujan lopez, Jose Luis. 2017. *Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del rio Huaycoloro zana de Huapicha distrito de Lurigancho.* Lima : s.n., 2017.

Medina, Yens. 2018. *estudio de socavacion de estructuras de proteccion ribereña fundadas sobre cauce variable del rio Chillon-Puente Piedra.* universidad Cesar Vallejo, Lima : 2018.

Muñoz, Carlos. 2016. *Metodología de la Investigación.* Mexico DF : Progreso S.A, 2016.

Norma E.020. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : s.n., 2006.

Norma E.20. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : s.n., 2006.

Ñaupas Paitan, Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la Investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la Tesis.* Bogota : Ediciones de la U, 2018.

Ojeda de Lopez, Juana, Quintero, Johana y Machado, Ineida. 2007. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales-Etica en la Investigación.* Maracaibo : Telos, 2007.

Optimization of buttressed earth-retaining walls using hybrid harmony search algorithms. **Molina, F, y otros. 2017.** Valencia, España : Universitat Politecnica de Valencia, 2017, Engineering Structures, Vol. 134, págs. 205-216.

Optimum design of gravity and reinforced retaining walls using enhanced charged system search algorithm. **Talatahari , S y Sheikholeslami , R. 2014.** 5, Ankara, Turquía : s.n., 2014, KSCE Journal of Civil Engineering, Vol. 18, págs. 1464-1469.

Optimum design of reinforced concrete columns employing teaching learning based optimization. **Bekdaş, G y Nigdeli, SM. 2016.** 4, Ankara, Turquía : s.n., 2016, Challenge Journal of Structural Mechanics, Vol. 2, págs. 216-219.

Parametric and Comparative Study of a Flexible Retaining Wall. **Chogueur, Aissa, Abdeldjalil, Zadjajoui y Reiffsteck, Philippe . 2018.** 2, Budapest, Hungría : BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS, 2018, Periodica Polytechnica Civil Engineering, Vol. 62, págs. 295-307.

Parametric Investigation for discrete optimal design of a cantilever retaining wall. **Uray, Esra , y otros. 2019.** Ankara, Turquía : s.n., 2019, Challenge journal of structural mechanics, Vol. 5, págs. 1-20.

Paucar, Juan y Pari, Hector. 2014. *Propuesta Técnica Para la Protección de la Carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500, Afectado por la Erosión del Río Lircay.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

Predicting Discharge Coefficient of Rectangular Broad-Crested Gabion Weir Using M5 Tree Model. **Salasmi, F y Sattari , M.T.** Tabriz, Iran : s.n., Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, Vol. 41, págs. 205-2017.

Seismic rotational stability of gravity retaining walls by modified pseudo-dynamic method. **Pain, Anindya , Deepankar , Choudhury y Bhattacharyya, S K .** 2017. 1, Tokio, Japon : s.n., 2017, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 94, págs. 244-253.

Soluciones estructurales de bajo impacto ambiental utilizando gaviones para la disminución del riesgo de inundaciones en una cuenca urbana. **Giaconi, Luis, y otros.** 2019. Buenos Aires : s.n., Julio-Diciembre de 2019, Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, Vol. 43, págs. 39-53.

Presupuesto para muro gavión a gravedad-para protección de la ribera del rio Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca. **Soto Contreras , Jaime.** 2018. Bogota : s.n., 2018.

Stability parameter analysis of a composite foundation of an oil storage tank in a loess area treated with compaction piles. **Xuansheng , Cheng, y otros.** 2018. 2, Lanzhou, China : s.n., 2018, Soils and Foundations, Vol. 58, págs. 306-318.

Study on the applicability of a retaining wall using batter piles in clay. **Minsu , Seo, y otros.** 2016. 8, Ottawa, Canada : s.n., 2016, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 53, págs. 1195–1212.

Causas de la socavacion del puente Huambacho ubicado en la panamericana norte-propuesta de mejora , distrito de Samanco, Ancash, 2018 . **Tamara Ayala, Edwarth Joel.** 2018. Chimbote : s.n., 2018.

The Analysis of the Stability of the Communication Support Stabilized by Gabion Wall with Variable Configuration. **Zamiar, Zenon , y otros.** 2019. Cracovia, Polonia : s.n., 2019, Wroclaw University of Environmental, Vol. 42, págs. 109-116.

Theoretical analysis of earth pressure against rigid retaining walls under translation mode. **Khosravi, Mohammad , Pipatpongsa, Thirapong y Takemura,**

Jiro. 2016. 4, Tokio, Japon : s.n., 2016, Soils and Foundations, Vol. 56, págs. 664-675.

Three Dimensional Finite Element Analysis of Deep Excavations Concave Corners. **Szepesházi, A, Mahler, A y Móczár, B. 2016.** 3, Budapest, Hungria : BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS, 2016, Periodica Polytechnica Civil Engineering,, Vol. 60, págs. 371–378.

Torres Belandria, Rafael Angel. 2008. *Analisis Diseño de Muros de Contencion de Concreto Armado.* Merida : Universidad de los Andes-Venezuela, 2008.

Trau, Wolfgang y Gutierrez, Raul. 1979. *analisis Regional de las Avenidas de los ríos.* Lima : Inrena, 1979.

UNE. 2016. *NORMA TECNICA ESPAÑOLA.* MADRID : s.n., 2016.

Use of construction and demolition solid wastes for basket gabion filling. **Gonçalves , Diego , y otros. 2020.** s.l. : Nove de Julho University, Brazil, Diciembre de 2020, Vol. 38, págs. 1321-1330.

USMP. 2019. *Metodología de la Investigacion- Manual del Estudiante.* Lima : USMP, 2019.

Vara Tarazona , Jairo Iberico. 2018. *Analisis tecnico-economico comparativo del diseño muro de contencion tipo gavion y mamposteria en el rio Parco, centro pobldo Parco-Piscobamba 2017.* Huaraz : s.n., 2018.

Viabilidad de la construcción de diques de tierra mediante técnicas tradicionales en cárcavas de baja escorrentía. **Galicia, S, y otros. 2019.** 1, Valladolid, España : s.n., 2019, Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, Vol. 45, págs. 69-78.

ANEXOS

<p>Específico N°4</p> <p>¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de material para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021?</p>	<p>Específico N°4</p> <p>Determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de material para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.</p>	<p>Específico N°4</p> <p>La estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según el costo de material para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.</p>	<p>V2:</p>	<p>D1: Técnica</p>	<p>I1:Factor de seguridad al volteo (FSV).</p> <p>I2:Factor de seguridad al deslizamiento</p> <p>I3:Capacidad portante del terreno</p>
<p>Específico N°5</p> <p>¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según los costos de la mano de obra para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021?</p>	<p>Específico N°5</p> <p>Determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según los costos de la mano de obra para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.</p>	<p>Específico N°5</p> <p>La estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según el costo de la mano de obra para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.</p>	<p>Viabilidad técnica-económica</p>	<p>D2: Económica</p>	<p>I4: Costo material</p> <p>I5: Costos mano de</p> <p>I6: Costo de equipos</p>
<p>Específico N°6</p> <p>¿De qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de equipos para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021?</p>	<p>Específico N°6</p> <p>Determinar de qué manera influye el tipo de estructura de defensa ribereña según el costo de equipos para la protección de las márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.</p>	<p>Específico N°6</p> <p>La estructura defensa ribereña tipo gavión influye significativamente según el costo de equipos para protección de los márgenes río Solivin, sector San Jacinto, Ancash 2021.</p>			

ANEXO N°2: MATRIZ OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

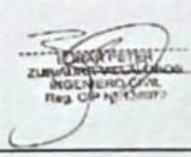
TITULO: Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solivin, Nepeña, Ancash 2021

AUTOR: Pedro Ricardo Saravia Cheglio

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO ITEM	ESCALA	METODOLOGIA
<p>Variable N°1</p> <p>Estructuras de defensa ribereña</p>	<p>Según G. Fracassi (2019)</p> <p>“Una defensa ribereña es una estructura construida con bloques de roca o con elementos prefabricados de hormigón.</p>	<p>La para construcción de una defensa ribereña debe cumplir con los factores de seguridad al volteo, deslizamiento y ejercer presiones menores a la capacidad portante del terreno.</p>	<p>D1: Gaviones</p> <p>D2: Muros de gravedad</p> <p>D3: Enrocado.</p>	<p>I1: Medidas de gavión caja</p> <p>Tipo A:500 x 1.00 x 1.00m</p> <p>Tipo B:5.00 x 1.50 x 1.00 m</p> <p>Tipo D: 5.00 x 2.00 x 0.30 m</p> <p>I2:Malla gavión tipo 10x12 BBC(ASTM)</p> <p>I3:Peso específico del concreto</p> <p>I4:dimensiones muro gravedad</p> <p>I5:dimensiones piedra a utilizar 0.5-1.50m</p>	<p>Reglamento nacional de edificaciones (R.N.E)</p> <p>Guía para gaviones de Maccaferri</p> <p>Manual de puentes (MTC)</p>	<p>Razón</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Científica</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Explicativo</p> <p>Enfoque:</p> <p>Explicativo</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Cuasi-experimental</p>

<p>Variable N°2</p> <p>Viabilidad técnica-económica</p>	<p>Según E. Capcha (2019)</p> <p>El comportamiento estructural es la forma como responde un elemento a fuerzas externas en términos de desplazamientos y deformaciones,</p> <p>Según (Eyzaguirre, 2017, p.142).</p> <p>El costo del proyecto se conforma por los gastos directos e indirectos”</p>	<p>La parte técnica definirá que tipo de estructura utilizar.</p> <p>La parte económica el costo que generar cada uno de los tipos de estructuras</p>	<p>D1: Técnica</p> <p>D2: Económica</p>	<p>I1:factor seguridad al volteo</p> <p>I2: Factor de seguridad al deslizamiento</p> <p>I3:Capacidad portante</p> <p>I1:Costo de materiales</p> <p>I2: Costo de mano de obra</p> <p>I3:Costo de equipos</p>	<p>$FSV \geq 2$</p> <p>$FSD \geq 1.5$</p> <p>Utilidad=Venta-Costo</p>	<p>Razón</p>	<p>Población:</p> <p>Cuenca rio Solivin sin defensas ribereñas</p> <p>Muestreo:</p> <p>No probabilístico</p> <p>Muestra:</p> <p>187.6m ambas márgenes rio Solivin</p> <p>Técnica:</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumento de investigación:</p> <p>Fichas de recopilación</p>
--	--	---	---	---	---	--------------	--

ANEXO N°3 FICHA RECOPIACION DE DATOS

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N°1				
PROYECTO: "Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solvín, Nepeña, Ancash 2021"				
I. DATOS PERSONALES				
Autor: Pedro Ricardo Saravia Cheglio				
II. INFORMACION GENERAL				
UBICACION				
Distrito	Nepeña-San Jacinto	Altitud	144.00 m	
Provincia	Santa	Latitud	S9°8'29.36"	
Region	Ancash	Longitud	078°18'11.48"	
DATOS DEL TERRENO				
Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³	Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²	
Angulo de fricción interna ϕ	37°	Altura (Sobre carga H')	0.31 m	
Altura de diseño (H)	3.00 m	Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²	
TIPO DE MURO ESTUDIADOS				
Muro Gavion	Muro de Gravedad	Muro Enrocado		
L=187.60 m	L=187.60 m	L=187.60 m		
FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO				
Tipo de muro	R N E	Resultados (FSV)	FSV \geq 2.00	
Muro Gavion	2.00	7.68	Cumple	
Muro de Gravedad	2.00	5.22	Cumple	
Muro Enrocado	2.00	11.80	Cumple	
VALIDACION POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
N°1	Lama Landazuri, Luisa Fernanda	243699	 LUISA FERNANDA LAMA LANDAZURI Ingeniera Civil CIP N° 243699	0.80
N°2	Timana Castillo, Walter Augusto	228020	 WALTER AUGUSTO TIMANA CASTILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 228020	0.78
N°3	Zubiaurr Villalobos, Edgar Peter	138072	 EDGAR PETER ZUBIAURR VILLALOBOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138072	0.85
VALIDEZ PROMEDIO				0.81

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N°2

PROYECTO: "Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solivín, Nepeña, Ancash 2021"

I. DATOS PERSONALES

Autor: Pedro Ricardo Saravia Cheglio

II. INFORMACION GENERAL

UBICACION

Distrito	Nepeña-San Jacinto	Altitud	144.00 m
Provincia	Santa	Latitud	S9°8'29.38"
Region	Ancash	Longitud	O78°18'11.48"

DATOS DEL TERRENO

Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³	Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Angulo de fricción Interna ϕ	37°	Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Altura de diseño (H)	3.00 m	Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

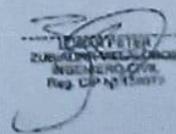
TIPO DE MURO ESTUDIADOS

Muro Gavion	Muro de Gravedad	Muro Enrocado
L=187.60 m	L=187.60 m	L=187.60 m

FACTOR DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Tipo de muro	R.N.E	Resultados (FSD)	FSD \geq 1.50
Muro Gavion	1.50	3.51	Cumple
Muro de Gravedad	1.50	2.32	Cumple
Muro Enrocado	1.50	6.41	Cumple

VALIDACION POR JUICIO DE EXPERTOS

EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
N°1	Lama Landazurí, Luisa Fernanda	243699	 LUISA FERNANDA LAMA LANDAZURI Ingeniera Civil CIP N° 243699	0.85
N°2	Timana Castillo, Walter Augusto	228020	 WALTER AUGUSTO TIMANA CASTILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 228020	0.81
N°3	Zubiaurr Villalobos, Edgar Peter	138072	 EDGAR PETER ZUBIAURR VILLALOBOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138072	0.82
VALIDEZ: PROMEDIO				0.83

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N°3

PROYECTO: "Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Sollivín, Nepeña, Ancash 2021"

I. DATOS PERSONALES

Autor: Pedro Ricardo Saravia Cheglio

II. INFORMACION GENERAL

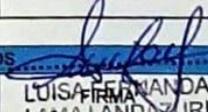
UBICACION			
Distrito	Nepeña-San Jacinto	Altitud	144.00 m
Provincia	Santa	Latitud	S9°8'29.36"
Región	Ancash	Longitud	O78°18'11.48"

DATOS DEL TERRENO			
Densidad del terreno (γ)	1.80 tf/m ³	Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Angulo de fricción Interna Ø	37°	Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Altura de diseño (H)	3.00 m	Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

TIPO DE MURO ESTUDIADOS		
Muro Gavion	Muro de Gravedad	Muro Enrocado
L=187.60 m	L=187.60 m	L=187.60 m

PRESIONES SOBRE EL TERRENO/CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO				
Tipo de muro	Capacidad portante terreo	Resultados	Capacidad portante Resultados	terreno ²
Muro Gavion	24.50 tn/m ²	6.84 tn/m ²		Cumple
Muro de Gravedad	24.50 tn/m ²	7.42 tn/m ²		Cumple
Muro Enrocado	24.50 tn/m ²	9.28 tn/m ²		Cumple

VALIDACION POR JUICIO DE EXPERTOS

EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
N°1	Lama Landazuri, Luisa Fernanda	243699	 LUISA FERNANDA LAMA LANDAZURI Ingeniera Civil CIP N° 243699	0.80
N°2	Timana Castillo, Walter Augusto	228020	 WALTER AUGUSTO TIMANA CASTILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 228020	0.83
N°3	Zublaurr Villalobos, Edgar Peter	138072	 EDGAR PETER ZUBLAURR VILLALOBOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138072	0.85
VALIDEZ: PROMEDIO				0.83

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N°4

PROYECTO: "Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solivilin, Nepeña, Ancash 2021"

I. DATOS PERSONALES

Autor: Pedro Ricardo Saravia Cheglio

II. INFORMACION GENERAL

UBICACION

Distrito	Nepeña-San Jacinto	Altitud	144.00 m
Provincia	Santa	Latitud	S9°8'29.36"
Region	Ancash	Longitud	O78°18'11.48"

DATOS DEL TERRENO

Densidad del terreno (γ)	1.60 t/m ³	Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Angulo de fricción Interna ϕ	37°	Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Altura de diseño (H)	3.00 m	Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

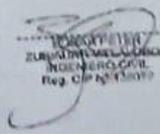
TIPO DE MURO ESTUDIADOS

Muro Gavion	Muro de Gravedad	Muro Enrocado
L=187.60 m	L=187.60 m	L=187.60 m

COSTO DE MATERIALES

Tipo de muro	Costo Directo	Costo Materiales	% Incidencia
Muro Gavion	S/.261,631.18	S/.128,378.75	49.07%
Muro de Gravedad	S/.289,701.68	S/.162,707.19	56.16%
Muro Enrocado	S/.267,236.00	S/.6,083.86	2.28%

VALIDACION POR JUICIO DE EXPERTOS

EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
N°1	Lama Landazuri, Luisa Fernanda	243699	 LUISA FERNANDA LAMA LANDAZURI Ingeniera Civil CIP N° 243699	0.79
N°2	Timana Castillo, Walter Augusto	228020	 WALTER AUGUSTO TIMANA CASTILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 228020	0.81
N°3	Zublaurr Villalobos, Edgar Peter	138072	 EDGAR PETER ZUBLAURR VILLALOBOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138072	0.80

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N°5

PROYECTO: "Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Sollvin, Nepeña, Ancash 2021"

I. DATOS PERSONALES

Autor: Pedro Ricardo Saravia Cheglio

II. INFORMACION GENERAL

UBICACION

Distrito	Nepeña-San Jacinto	Altitud	144.00 m
Provincia	Santa	Latitud	S9°8'29.36"
Region	Ancash	Longitud	O78°18'11.48"

DATOS DEL TERRENO

Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³	Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Angulo de fricción Interna Ø	37°	Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Altura de diseño (H)	3.00 m	Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

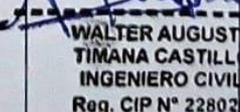
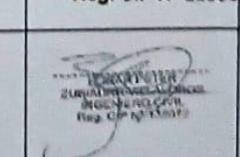
TIPO DE MURO ESTUDIADOS

Muro Gavion	Muro de Gravedad	Muro Enrocado
L=187.60 m	L=187.60 m	L=187.60 m

COSTO DE MANO DE OBRA

Tipo de muro	Costo Directo	Costo Materiales	% Incidencia
Muro Gavion	S/.261,631.18	S/.130,448.30	49.85%
Muro de Gravedad	S/.289,701.68	S/.116,157.72	40.10%
Muro Enrocado	S/.267,236.00	S/.28,217.05	10.56%

VALIDACION POR JUICIO DE EXPERTOS

EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
N°1	Lama Landazuri, Luisa Fernanda	243699	 LUISA FERNANDA LAMA LANDAZURI Ingeniera Civil CIP N° 243699	0.79
N°2	Timana Castillo, Walter Augusto	228020	 WALTER AUGUSTO TIMANA CASTILLO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 228020	0.81
N°3	Zubiaurr Villalobos, Edgar Peter	138072	 ZUBIAURR VILLALOBOS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 138072	0.75
VALIDEZ: PROMEDIO				0.78

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N°6

PROYECTO: "Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solvín, Nepeña, Ancash 2021"

I. DATOS PERSONALES

Autor: Pedro Ricardo Saravia Cheglio

II. INFORMACION GENERAL

UBICACION

DISTRITO	Nepeña-San Jacinto	Altitud	144.00 m
PROVINCIA	Santa	Latitud	S9°8'29.36"
REGION	Ancash	Longitud	O78°18'11.48"

DATOS DEL TERRENO

Densidad del terreno (γ)	1.60 tf/m ³	Sobre carga (W)	0.50 tn/m ²
Angulo de fricción Interna Ø	37°	Altura (Sobre carga H')	0.31 m
Altura de diseño (H)	3.00 m	Capacidad portante del terreno	24.50 tn/m ²

TIPO DE MURO ESTUDIADOS

Muro Gavion	Muro de Gravedad	Muro Enrocado
L=187.60 m	L=187.60 m	L=187.60 m

COSTO DE MANO DE OBRA

Tipo de muro	Costo Directo	Costo Materiales	% Incidencia
Muro Gavion	S/.261,631.18	S/.2,804.13	1.07%
Muro de Gravedad	S/.289,701.68	S/.10,836.77	3.74%
Muro Enrocado	S/.267,236.00	S/.210,801.91	78.88%

VALIDACION POR JUICIO DE EXPERTOS

EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	NOTA
N°1	Lama Landazuri, Luisa Fernanda	243699	0.80
N°2	Timana Castillo, Walter Augusto	228020	0.81
N°3	Zubiaurr Villalobos, Edgar Peter	138072	0.80
VALIDEZ: PROMEDIO			0.80

ANEXO N°4 REVISION TURNITIN

PEDRO RICARDO SARAVIA CHEGLIO | TRABAJO INVESTIGACION FINAL1.doc

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Viabilidad técnica-económica de la aplicación del tipo de estructura de defensa ribereña para protección de márgenes- río Solivín, Nepeña, Ancash 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Saravia Cheglio, Pedro Ricardo
<https://orcid.org/0000-0001-8908-6629>

ASESOR:
Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio

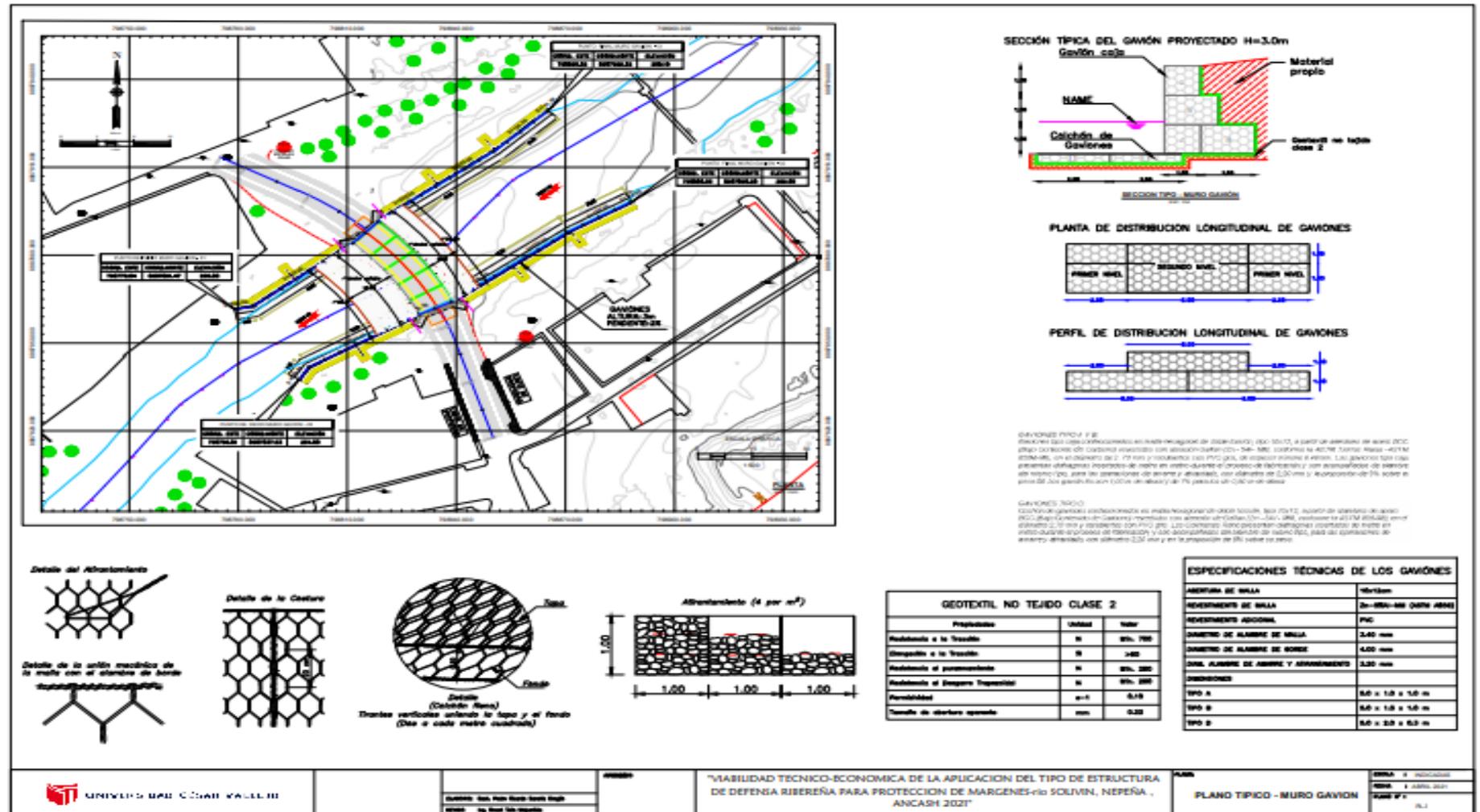
Resumen de coincidencias

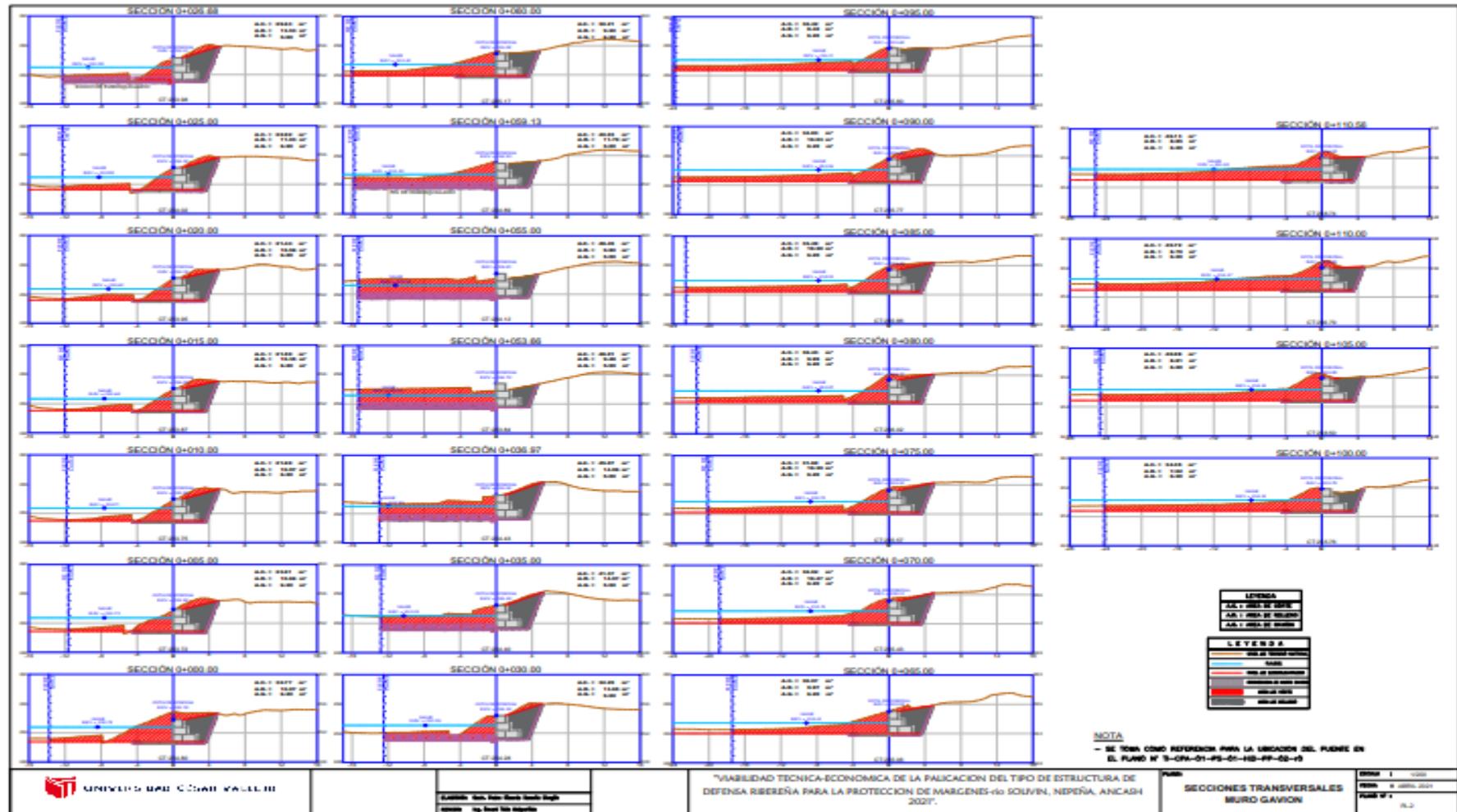
19 %

Coincidencia 1 de 75

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
3	corladancash.com Fuente de Internet	1 %
4	repositorioacademico.... Fuente de Internet	1 %

ANEXO N°5 PLANOS PROYECTO DE INVESTIGACION





UNIVERSIDAD COLEGIO VALLE III

Elaborado: Ing. Juan Carlos Sandoval Sandoval
 Revisado: Ing. Juan Carlos Sandoval Sandoval

"VIABILIDAD TECNICA-ECONOMICA DE LA PRACTICA DEL TIPO DE ESTRUCTURA DE DEFENSA RIBERENA PARA LA PROTECCION DE MARGENES-VIA SOLVIM, NEPERA, ANCASH 2021"

SECCIONES TRANSVERSALES MURO GAVION

Hoja: 1
 de: 1
 Fecha: 10/05/2021
 Escala: 1:1
 No. de Hoja: 16.2

ANEXO N°6 CALIBRACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO

 METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>INSTITUTO TECNOLÓGICO Y NACIONAL PARA LA CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN</small>		INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV - 125 - 2020
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Masa</i>		Página 1 de 1
1. Expediente	202213	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a las patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la verificación aquí declarados.
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	
3. Dirección	Cal. 3 Mtro. E IX. 04 APV. El Monte de los Olivos, San Martín de Porres - Lima - LIMA	
4. Instrumento de medición	MASA DE MARTILLO SPT (MARTINETE)	
Marca	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Identificación	ML - 260 (*)	
5. Fecha de Verificación	2020-03-16	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Lugar de verificación	LABORATORIO DE MASA - METROLOGIA Y TÉCNICAS S.A.C.	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Fecha de Emisión 2020-03-16	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
 ELEAZAR CESAR CHAVEZ BARAZ		
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Acosta 187 Esq. 24 - 156 San Diego - Lima - Perú Telf: (01) 548-0547 Cel.: (01) 971 436 272 / 997 947 788 / 942 612 342 / 971 439 282 RUC: 99801960		email: metrologia@metrologia-y-tecnicas.com ventas@metrologia-y-tecnicas.com info@metrologia-y-tecnicas.com RUC: www.metrologia-y-tecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
 MT - IV - 125 - 2020**

Área de Metrología
 Laboratorio de Masas

Página 7 de 7

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método de comparación con patrones trazables al SNM/INDECOP tomando la referencia de Norma ASTM D1586 "Estandar Penetration Test (SPT)".

8. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de calibración
PESAS TRAZABLES A LA Dirección de Metrología - INACAL Clase M1/M2	BALANZA ELECTRONICA Clase II (100 kg)	MT-IM-747-2019
PESA (Clase de exactitud M) TOTAL WEIGHT: OM-0429-2019	Pesas (exactitud M2)	CM-1290-2019
PESA2 (Clase de exactitud F1) PE19-C-0263	Juego de Pesas (exactitud M2)	PE19-C-1740
PESA (Clase de exactitud F1) LM-233-2019		

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	64 %HR	64 %HR



10. Resultados

VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	MASA MEDIDA	ERROR	ERROR MÁXIMO PERMITIDO
63,5 kg	63,8 kg	0,3 kg	± 1 kg

11. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida en el instrumento.

INFORME DE VERIFICACIÓN**MT - IV - 160 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página: 1 de 2

1. Expediente	200213	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLOGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	Cal. 1 Mza. E Lt. 04 APV. El Monte de los Olivos. San Martín de Porres- Lima - LIMA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Dámetro	8 pulgadas	
Designación	2 1/2 in 63 mm	
Marca	FOREY	
Número de serie	2.5*855F581983 (*)	
Procedencia	U.S.A.	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Verificación	2020-02-18	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-02-17


ELEAZAR CESAR CHAVES BARAZ


Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. Los Diez de Abril 16 P.O. Box 27 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tic: (51) 748 0547

Cel: (51) 975 436 372 / 987 664 786 / 912 027 141 / 871 414 387

RFC: 96817400

Email: verificacion@metrologia.comventas@metrologia.comcalibracion@metrologia.comP.TD: www.metrologiatecnica.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 160 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-08 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol. San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,8 °C
Humedad Relativa	65 %	55 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-350-2019	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,1 mm.	INACAL DM LLA-0399-2019
Magnificador óptico con retículo de medición. INACAL DM/LLA-043-2017		

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICADO**
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones.
- (*) Serie grabado en el instrumento.

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 160 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 5

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (mm)	$\pm X$ Variación máxima de abertura (mm)	Resultado Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típico (mm)
0,03	0,04	63,04	5,26

**Nota 1-** La variación máxima de abertura promedio permitida para tarimas de 2 1/2 in es de $\pm 1,57$ mm.**Nota 2-** La variación máxima de abertura permitida para tarimas de 2 1/2 in es de $\pm 2,71$ mm.**Nota 3-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tarimas de 2 1/2 in es de 65,71 mm.**Nota 4-** El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de 2 1/2 in es de $5,6 \pm 0,90$ mm.

Fin del Documento

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 161 - 2020

Página 1 de 3

1. Expediente	200213	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	
3. Dirección	Cal. 1 Mza. E Lt. 04 APV. El Monte de los Olivos. San Martín de Porras - Lima - LIMA	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SEIVE TEST)	
Dámetro	8 pulgadas	
Designación	No. 40 425 µm	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	FORNEY	
Número de serie	40BS8F561428 (*)	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2020-03-16	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
		Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2020-03-16

Jefe del Laboratorio de Metrología


ELEAZAR CESAR CHAVEZ BARAZ

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Jr. San Diego de Acuña 56 P.O. Box 24 - 228, San Diego de Acuña - Lima

Tel: (51) 349-4043

Cul: (51) 971 439 212 / 007 446 766 / 047 615 347 / 971 629 262

AFC: 34937439

Email: metrologia@metrologiatecnicas.com

verificacion@metrologiatecnicas.com

calibracion@metrologiatecnicas.com

Web: www.metrologiatecnicas.com

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultado Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típico (μm)
-3,86	9,55	434,55	272,86

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 40 es de $\pm 15,0 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 40 es de $\pm 81 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 40 es de $506 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 40 es de $280 \pm 40 \mu\text{m}$.



Fin del Documento

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 167 - 2020

Página 1 de 2

1. Expediente	200213	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	
3. Dirección	Cal. 1 Mza. E LI 04 APV. El Monte de los Olivos, San Martín de Porres- Lima - LIMA	
4. Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-3715	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	772	
Código de Identificación	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarada.
Tipo de contador	ANALÓGICO	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Verificación	2020-03-16	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Seto

2020-03-16



ELJAZAR CESAR CHAVEZ PARAZ



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcazar 14871, Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

DIG. - 011) 2-N-0042

CEL.: (51) 971 419 272 / 901 646 788 / 941 562 342 / 971 499 282

EMAIL: ventas@metrologiaetecnicas.com

www.metrologiaetecnicas.com

www.metrologiaetecnicas.com

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 167 - 2020**

Página 7 de 9

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC

Av. San Diego de Alcalá Nr. F1 lote 24 Urb. San Diego Vipol, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25.5 °C	25.2 °C
Humedad Relativa	69 %	69 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla de acero Clase I INACAL DM/LLA-0399-2019	Regla de acero de 1000 mm con incertidumbre de 0.1 mm	INACAL DM LLA-0399-2019
Magnificador óptico con retícula de medición INACAL DM/LLA-043-2017		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autocadésiva con la indicación de VERIFICADO.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N.º F1 Lote 24 Urb. San Diego Vipol - San Martín de Porres

Tel: (011) 270 9942

Cel: (011) 971 419 212 / 907 846 790 / 947 605 842 / 971 419 222

RFC: 040617490

Email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calibracion@metrologiatecnicas.com

RFC: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 167 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
60,38	160,19	125,32

**DIMENSIONES DE LA COPA**

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53,88	2,04	45,51

Fin del Documento

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerzas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 071 - 2020**

Página 1 de 4

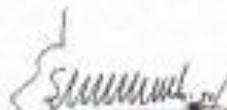
1. Expediente	200213	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLOGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	
3. Dirección	Cal. 1 Mta E Lt. 04 APV. El Monte de Los Olivos, San Martín de Porres- Lima - LIMA	Los resultados son válidos en el mercado de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	300 kgf	
Marca	TÉCNICAS	
Modelo	TCP116	
Número de Serie	2411	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala / Resolución	0.02 kgf	
5. Fecha de Calibración	2020-03-16	

Fecha de Emisión

2020-03-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá N° 713 Lote 21 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel: (51) 540.0663

Cel: (51) 971 419 272 / 907 846 766 / 942 631 362 / 571 439 282

RUC: 204037496

Email: metrologia@smwinvestigacionessrl.com

ventas@smwinvestigacionessrl.com

calidad@smwinvestigacionessrl.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 071 - 2020

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas - Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2008.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Cal. 1 Mza. E Lt. 04 APV. El Monte de los Olivos, San Martín de Porres- Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,1 °C	27,1 °C
Humedad Relativa	67 % HR	66 % HR



9. Patrones de referencia

Transferencia	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-208

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de los Andes 1171 Lote 22 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel: (51) 140-9842

Cel: (51) 971 436 272 / 997 846 746 / 942 812 342 / 971 439 392

AFC: 90007460

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

calibr@metrologiatecnicas.com

Web: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 071 - 2020

Página 1 de 6

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Resumen) Porcentaje de Indicación			
%	F_I (kgf)	F_1 (N)	F_2 (N)	F_3 (N)	$F_{promedio}$ (N)
10	30,0	30,1	30,1	30,1	30,1
20	60,0	60,1	60,2	60,1	60,1
30	90,0	90,1	90,1	90,1	90,1
40	120,0	120,2	120,2	120,2	120,2
50	150,0	150,2	150,3	150,2	150,2
60	180,0	180,4	180,5	180,3	180,4
70	210,0	210,5	210,5	210,5	210,5
80	240,0	240,7	240,7	240,6	240,7
90	270,0	270,8	270,8	271,0	270,8
100	300,0	301,0	300,9	301,3	301,1
Rango a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F_I (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud ϵ (%)	Repetibilidad δ (%)	Reversibilidad ν (%)	Resol. Relativa e (%)	
30,0	-0,33	0,13	—	0,07	0,15
60,0	-0,22	0,10	—	0,03	0,15
90,0	-0,09	0,04	—	0,02	0,15
120,0	-0,18	0,05	—	0,02	0,15
150,0	-0,18	0,05	—	0,01	0,10
180,0	-0,22	0,07	—	0,01	0,10
210,0	-0,23	0,04	—	0,01	0,10
240,0	-0,27	0,00	—	0,01	0,10
270,0	-0,33	0,05	—	0,01	0,15
300,0	-0,36	0,10	—	0,01	0,15

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (ϵ_0) 0,03 %



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 071 - 2020**

Laboratorio de Fuerza

Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

Método de Calibración

Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador

Método: Cargas de prueba (sistema neumático del equipo de corte), la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrada**Factor de Multiplicación 1 : 10**

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	
1,275	15,28	15,26	15,3	12,0
3,85	30,80	30,82	30,8	12,1
5,70	61,20	61,28	61,2	12,0

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá 3873 Lote 14 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel: (51) 315-8832

Cel: (51) 971 439 372 / 997 848 766 / 942 633 342 / 971 439 382

RUC: 905077990

Email: ventas@metrologia.com / metrologia@metrologia.comventas@metrologia.comcalib@metrologia.comWEB: www.metrologia.com

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 073 - 2020

Página 1 de 1

1. Expediente	200213	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitar la calibración se debe disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	Cal. 1 Mza. E Lt. 04 APV. El Morro de los Olivos, San Martín de Porres- Lima - LIMA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	
Alcance de Indicación	0 mm a 10 mm	
División de Escala / Resolución	0.01 mm	
Marca	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	1722837	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
5. Fecha de Calibración	2020-03-16	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración en firme y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-03-16



ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alsedo No. 11 Lote 11 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf: (51) 1 345 0642

CvC: (51) 971 489 272 / 947 846 364 / 942 487 842 / 671 479 262

Email: metrologia@comiteperuametro.com

www.comiteperuametro.com

cal@comiteperuametro.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 073 - 2020***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del DM - INACAL, Tercera Edición, 2019.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,5 °C	25,8 °C
Humedad Relativa	68,0 %	68,9 %

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-C-001-2018
COMPARADOR MECÁNICO DE BLOQUES: LLA-138-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 073 - 2020**

 Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición
ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (fe)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (µm)
1,000	1,003	3
2,000	2,004	4
4,000	4,004	4
5,000	5,007	7
6,000	6,005	5
7,000	7,004	4
8,000	8,006	6
9,000	9,005	5
10,000	10,006	6

Alcance del error de indicación (fe): 4 µm

Incertidumbre del error de indicación: ± 2 µm para (k=2)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (fw)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (µm)
5,000	5,007	7
	5,007	7
	5,007	7
	5,007	7
	5,007	7

Error de Repetibilidad (fw): 0 µm

Incertidumbre del error de indicación: ± 2 µm para (k=2)


12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 154 - 2020**Área de Metrología
Laboratorio de Líquidos

Página 1 de 6

1. Expediente	200213	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SM & W INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTÉCNICO S.R.L.	
3. Dirección	Cel. 1 Mza. E Lt. 04 APV, El Monte de los Olivos, San Martín de Porres- Lima - LIMA	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	EB30	
Número de Serie	8033264260	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-03-16	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-03-16



ELEAZAR CESAR CHAVEZ BARAZ





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 154 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase III" de INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa - METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

Table with 3 columns: Parameter, Inicial, Final. Rows: Temperatura (°C) [23.1, 23.2], Humedad Relativa (%) [70.1, 70.5]



9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Table with 3 columns: Trazabilidad, Patrón utilizado, Certificado de calibración. Rows: PESAS (Clase de exactitud E1) DM- INACAL 180487001, PESAS (Clase de exactitud F2) DM- INACAL LM-033-2019, PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0270-2019, PESA (Clase de exactitud M1) TOTAL WEIGHT: M-0251-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

EXISTENCIA DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
REGULACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	23,2 °C	23,2 °C

Medición N°	Carga L1 = 15.000,0 g			Carga L2 = 30.000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	14.999	0,3	-0,8	30.001	0,7	0,8
2	14.999	0,4	-0,9	30.001	0,6	0,9
3	14.999	0,4	-0,9	30.001	0,7	0,8
4	14.999	0,5	-1,0	30.000	0,5	0,0
5	14.999	0,4	-0,9	30.001	0,7	0,8
6	14.999	0,6	-1,1	30.000	0,6	-0,1
7	14.999	0,3	-0,8	30.001	0,7	0,8
8	14.999	0,4	-0,9	30.001	0,7	0,8
9	14.999	0,4	-0,9	30.001	0,7	0,8
10	15.000	0,6	0,0	30.000	0,6	-0,1
	Diferencia Máxima		1,1	Diferencia Máxima		1,0
	Error Máximo Permisible		± 20,0	Error Máximo Permisible		± 30,0



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	23,2 °C	23,1 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔI (g)	E ₀ (g)	Carga (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)
1		10	0,6	-0,1		10.000	0,7	-0,2	-0,1
2		10	0,5	0,0		9.999	0,5	-1,0	-1,0
3	10,0 g	10	0,6	-0,1	10.000,0 g	9.999	0,5	-1,0	-0,9
4		10	0,5	0,0		10.001	0,8	0,7	0,7
5		10	0,6	-0,1		10.000	0,6	-0,1	0,0
					Error máximo permisible				± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

ANEXO N°7 ENSAYO DE LABORATORIO



S M & W.
INVESTIGACIONES GEOLÓGICO GEOTECNICO
LABORATORIO - GEOTECNICO

ENSAYOS ESTANDAR Y ESPECIALES DE MECÁNICA DE SUELOS Y MECÁNICA DE ROCAS,
 PROSPECCION GEOTECNICA IN SITU (SPI, UPI, DPL).



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Choglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Río Solivín
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificación: Margen Derecha
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

TAMIZ	ABER. (mm)	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. AC.	% PASA	ESPEC.	CARACT. FÍSICAS - MECÁNICAS
3"	75.000				100.0		<i>Descripción del Suelo</i>
2 1/2"	63.500	325.4	7.7	7.7	92.3		
2"	50.800	157.3	3.7	11.4	88.6		<i>ARENA LIMO SA, (mezcla de arena limo)</i>
1 1/2"	38.100	157.5	3.7	15.2	84.9		
1"	25.400	501.1	11.9	27.0	73.0		% de Humedad 1.1 %
3/4"	19.050	278.3	6.6	33.6	66.4		% de Grava: 40.0
1/2"	12.500	87.9	2.1	35.7	64.3		% de Arena: 47.3
3/8"	9.500	39.1	0.9	36.6	63.4		% Pasante N° 200: 12.70
1/4"	6.350	114.8	2.7	39.3	60.7		Peso Inicial: 4225.8
N° 4	4.750	30.3	0.7	40.0	60.0		Porción de finos: 3689.1
N° 6	3.360	39.0	0.9	41.0	59.0		Límite Líquido 26.8 %
N° 8	2.360	75.3	1.8	42.7	57.3		Límite Plástico 25.0
N° 10	2.000	47.9	1.1	43.9	56.1		Índice Plástico 1.8 %
N° 16	1.100	243.3	5.8	49.6	50.4		
N° 20	0.840	195.4	4.6	54.3	45.8		CLASF. AASHTO A-1-b(0)
N° 30	0.600	391.0	9.3	63.5	36.5		CLASF. SUCS SM
N° 40	0.425	326.2	7.7	71.2	28.8		DATOS ADIC.
N° 50	0.300	155.1	3.7	74.9	25.1		D10 0.01
N° 80	0.177	279.3	6.6	81.5	18.5		D30 0.45
N° 100	0.150	103.1	2.4	83.9	16.1		D60 4.81
N° 200	0.075	141.9	3.4	87.3	12.7		Cu 324.2
< N° 200		536.7	12.7	100.0			Cc 2.89



NOTA: - Muestra muestreada e identificada por el solicitante.


GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68730

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184: 01 - 953918827 - 987214882. -
 email: walromero@yahoo.es, walromero@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Choglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Río Solivín
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificación: Margen Izquierdo
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

TAMIZ	ABER. (mm)	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. AC.	% PASA	ESPEC.	CARACT. FÍSICAS - MECÁNICAS
3"	75.000						<i>Descripción del Suelo</i>
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		ARENA LIMO SA. (mezcla de arena limo)
1 1/2"	38.100	167.8	4.9	4.9	95.1		
1"	25.400	338.8	9.9	14.8	85.2		% de Humedad 2.6 %
3/4"	19.050	87.2	2.6	17.4	82.7		% de Grava: 22.5
1/2"	12.500	111.3	3.3	20.6	79.4		% de Arena: 65.1
3/8"	9.500	35.2	1.0	21.6	78.4		% Pasante N° 200: 12.33
1/4"	6.350	21.0	0.6	22.2	77.8		Peso Inicial: 3423.5
N° 4	4.750	9.6	0.3	22.5	77.5		Porción de finos: 3001.2
N° 6	3.360	15.6	0.5	23.0	77.0		Límite Líquido 24.7 %
N° 8	2.360	80.1	2.3	25.3	74.7		Límite Plástico 23.8
N° 10	2.000	70.3	2.1	27.4	72.6		Índice Plástico 0.9 %
N° 16	1.100	349.3	10.2	37.6	62.4		
N° 20	0.840	229.2	6.7	44.3	55.7		CLASF. AASHTO A-1-b(0)
N° 30	0.600	442.7	12.9	57.2	42.8		CLASF. SUCS SM
N° 40	0.425	319.1	9.3	66.5	33.5		DATOS ADIC.
N° 50	0.300	142.4	4.2	70.7	29.3		D10 0.04
N° 80	0.177	266.0	7.8	78.4	21.6		D30 0.32
N° 100	0.150	143.7	4.2	82.6	17.4		D60 1.13
N° 200	0.075	172.7	5.0	87.7	12.4		Cu 28.3
* N° 200		422.3	12.3	100.0			Cc 2.26



NOTA: - Muestra muestreada e identificada por el solicitante.

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68736

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184; 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com

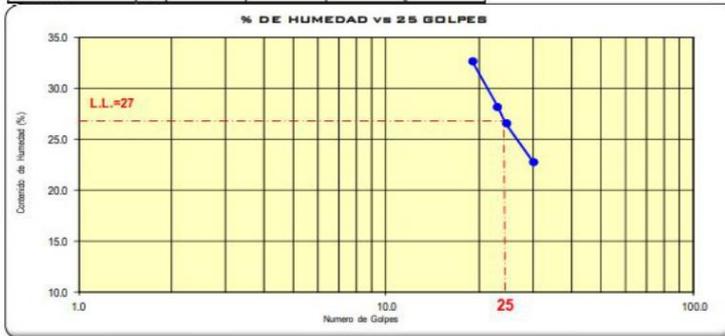


Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificacion: Margen Derecha
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318 / AASHTO T-89 / MTC E-110)					HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)		
N° Tarro	R3	R5	R7	R1	A22	PROMEDIO	
Tarro+Suelo Humedo	g 39.85	39.02	39.15	39.91	166.3	-	-
Tarro+Suelo Seco	g 34.05	34.24	34.12	35.40	164.6	-	-
Agua	g 5.80	4.78	5.03	4.51	1.7	-	-
Peso del Tarro	g 16.33	17.30	15.20	15.62	11.7	-	-
Peso del Suelo Seco	g 17.72	16.94	18.92	19.78	152.9	-	-
Humedad	% 32.73	28.22	26.59	22.80	1.09	-	1.09
N° de Golpes	19	23	25	30	-	-	-

LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318 / AASHTO T-90 / MTC E-111)						
N° Tarro	9				LIMITE LIQUIDO	% 26.8
Tarro+Suelo Hume	g 27.19				LIMITE PLASTICO	% 25.0
Tarro+Suelo Seco	g 25.07				INDICE PLASTICO	% 1.8
Agua	g 2.12					
Peso del Tarro	g 16.60					
Peso del Suelo Seco	g 8.47					
Humedad	% 25.01					



NOTA: - Muestra muestreada e identificada por el solicitante.

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

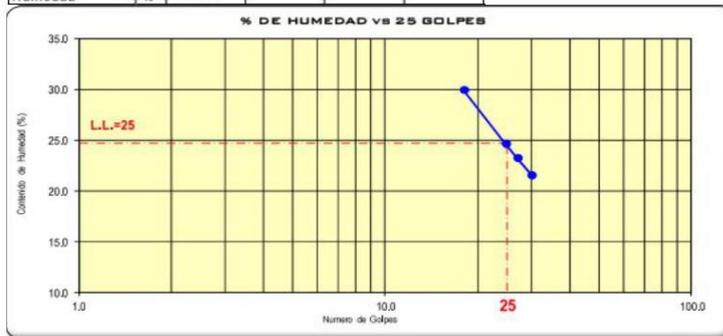
El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184; 01 - 953918827 - 987214882. -
 email: walromeroo@yahoo.es, walromeroo@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificacion: Margen Izquierdo
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

LIMITE LIQUIDO (ASTM D-4318 / AASHTO T-89 / MTC E-110)					HUMEDAD NATURAL (MTC E 108)			
N° Tarro		AA2	AA3	AA4	AA5	A18	PROMEDIO	
Tarro+Suelo Humedo	g	36.15	36.02	36.75	36.12	146.6	-	-
Tarro+Suelo Seco	g	31.58	32.12	32.87	32.57	143.1	-	-
Agua		4.57	3.90	3.88	3.55	3.5	-	-
Peso del Tarro	g	16.33	16.30	16.20	16.15	10.7	-	-
Peso del Suelo Seco	g	15.25	15.62	16.67	16.42	132.4	-	-
Humedad	%	29.97	24.65	23.28	21.62	2.64	-	2.64
N° de Golpes		18	25	27	30	-	-	-
LIMITE PLASTICO (ASTM D-4318 / AASHTO T-90 / MTC E-111)								
N° Tarro		11				LIMITE LIQUIDO % 24.7		
Tarro+Suelo Hume	g	26.14				LIMITE PLASTICO % 23.8		
Tarro+Suelo Seco	g	24.25				INDICE PLASTICO % 0.9		
Agua		1.89						
Peso del Tarro	g	16.30						
Peso del Suelo Sed	g	7.95						
Humedad	%	23.77						



NOTA: - Muestra muestreada e identificada por el solicitante.

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68736

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184; 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash
Muestra: Suelo Aleatorio
Identificación: Margen Derecha
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002)		MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS			
DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	-.-	Limite Líquido, %	(NTP 339.129-1999)	-.-
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	-.-	Limite Plástico, %	(NTP 339.129-1999)	-.-
Tamaño Máximo, mm	(NTP 400.012-2001)	-.-	Mat. < Tamiz N° 200 (0.074mm), %	(NTP 339.132-1999)	-.-
Consistencia	(NTP 339.150-2001)	-.-	Cementación	(NTP 339.150-2001)	-.-
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		(49,03 kPa)	(98,1 kPa)	(196,1 kPa)	
Diámetro	(cm)	6.270	6.270	6.270	
Área	(cm ²)	30.88	30.88	30.88	
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015	2.015	
Altura Final	(cm)	1.927	1.881	1.864	
Volumen Inicial	(cm ³)	62.22	62.22	62.22	
Volumen Final	(cm ³)	59.50	58.08	57.57	
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11	3.11	
Condición de la Estructura del Suelo		Alterado	Alterado	Alterado	
Peso Húmedo Inicial	(g)	119.40	119.40	119.40	
Peso Húmedo Final	(g)	133.02	131.57	131.14	
Peso Seco	(g)	118.11	118.11	118.11	
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.127 - 1998)	1.1	1.1	1.1	
Humedad Final	(%) (NTP 339.127 - 1998)	12.6	11.4	11.03	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.919	1.919	1.919	
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	2.236	2.265	2.278	
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.898	1.898	1.898	
Densidad Seca Final	(g/cm ³) (NTP 339.139 - 1999)	1.985	2.033	2.052	
Condiciones Ambientales del Ensayo					
Temperatura Ambiente (°C)		24.5	Humedad Relativa (%)		67.0
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO					
Nombre	Equipo de Corte Directo Manual - Marui				
N° Serie Dials Marui	67107	Modelo	234 - A - 1		
Factor del Anillo de Corte	LD * 0,2895 + 2,9206	Peso del Anillo Tallador (g)	66.10		


GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromero@yahoo.es, walromero@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificacion: Margen Derecha
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002)		MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS											
Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)				
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	
0,00	1,067	0,0	0,00	0,00	1,582	0,0	0,00	0,00	1,877	0,0	0,00	0,00	
0,25	1,113	9,0	5,53	17,55	1,615	27,0	10,74	34,10	1,890	51,0	17,69	56,16	
0,50	1,120	12,0	6,39	20,31	1,626	33,0	12,47	39,61	1,900	59,0	20,00	63,52	
0,75	1,128	15,0	7,26	23,07	1,636	42,0	15,08	47,89	1,910	67,0	22,32	70,87	
1,00	1,135	19,0	8,42	26,74	1,646	49,0	17,11	54,32	1,920	73,0	24,05	76,39	
1,25	1,143	21,0	9,00	28,58	1,656	53,0	18,26	58,00	1,930	81,0	26,37	83,74	
1,50	1,151	24,0	9,87	31,34	1,666	58,0	19,71	62,60	1,941	94,0	30,13	95,70	
1,75	1,158	26,0	10,45	33,18	1,676	63,0	21,16	67,20	1,951	97,0	31,00	98,45	
2,00	1,166	27,0	10,74	34,10	1,676	64,0	21,45	68,11	1,961	105,0	33,32	105,81	
2,25	1,166	28,0	11,03	35,02	1,674	65,0	21,74	69,03	1,971	109,0	34,48	109,49	
2,50	1,166	28,0	11,03	35,02	1,671	65,0	21,74	69,03	1,979	114,0	35,92	114,08	
2,75									1,979	116,0	36,50	115,92	
3,00									1,976	118,0	37,08	117,76	
3,25									1,974	119,0	37,37	118,68	
3,50									1,971	120,0	37,66	119,60	
3,75									1,969	121,0	37,95	120,52	
4,00									1,963	121,0	37,95	120,52	
Velocidad de Deformación**	0,104 mm/min,				0,104 mm/min,				0,104 mm/min,				

**Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromero@yahoo.es, walromero@hotmail.com

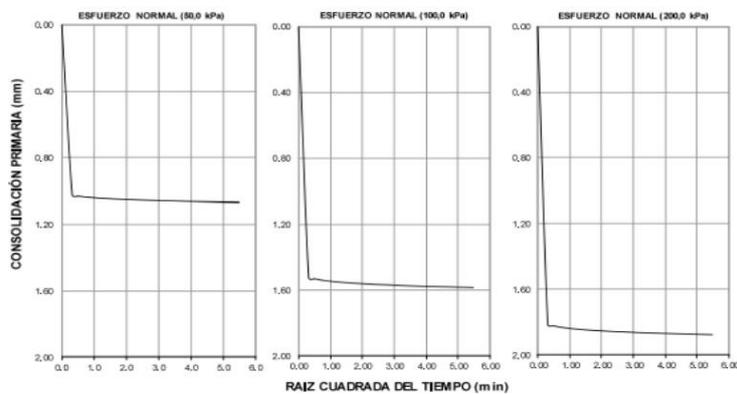


Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Río Solivín
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificación: Margen Derecha
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)




GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

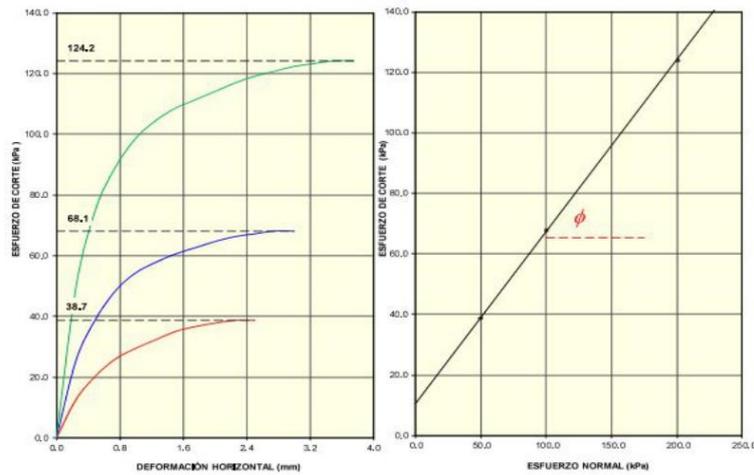
El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184; 01 - 953918827 - 987214882. -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defenas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificación: Margen Derecha
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	10.7	kg/cm ²	0.11
ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)			37.0°

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defenas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificacion: Margen Izquierdo
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

DESCRIPCIÓN DEL SUELO			
Clasificación SUCS	(NTP 339.134-1999)	-.-	Limite Liquido, % (NTP 339.129-1999) -.-
Clasificación AASHTO	(NTP 339.135-1999)	-.-	Limite Plástico, % (NTP 339.129-1999) -.-
Tamaño Máximo, mm	(NTP 400.012-2001)	-.-	Mat. < Tamiz N° 200 (0.074mm), % (NTP 339.132-1999) -.-
Consistencia	(NTP 339.150-2001)	-.-	Cementación (NTP 339.150-2001) -.-
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO			
DESCRIPCIÓN		(49.03 kPa)	(98.1 kPa) (196.1 kPa)
Díámetro	(cm)	6.270	6.270 6.270
Área	(cm ²)	30.88	30.88 30.88
Altura Inicial	(cm)	2.015	2.015 2.015
Altura Final	(cm)	1.944	1.914 1.871
Volumen Inicial	(cm ³)	62.22	62.22 62.22
Volumen Final	(cm ³)	60.03	59.11 57.78
Relación Diámetro / Altura		3.11	3.11 3.11
Condiciones de la Estructura del Suelo			
		Alterado	Alterado Alterado
Peso Húmedo Inicial	(g)	107.40	107.40 107.40
Peso Húmedo Final	(g)	124.98	124.19 122.75
Peso Seco	(g)	104.33	104.38 104.38
Humedad Inicial	(%) (NTP 339.07 - 099)	2.9	2.9 2.9
Humedad Final	(%) (NTP 339.07 - 099)	19.8	19.0 17.60
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.09 - 099)	1.726	1.726 1.726
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³) (NTP 339.09 - 099)	2.082	2.101 2.124
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³) (NTP 339.09 - 099)	1.677	1.678 1.678
Densidad Seca Final	(g/cm ³) (NTP 339.09 - 099)	1.738	1.766 1.806
Condiciones Ambientales del Ensayo			
Temperatura Ambiente (°C)		24.5	Humedad Relativa (%) 67.0
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO			
Nombre	Equipo de Corte Directo Manual - Marui		
N° Serie Dials Marui	67107	Modelo	234 - A - 1
Factor del Anillo de Corte	LD * 0,2895 + 2.9206	Peso del Anillo Tallador (g)	66.10

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbeago N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificacion: Margen Izquierdo
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS												
Desplaz Horiz. (mm)	ESFUERZO NORMAL (49,03 kPa)				ESFUERZO NORMAL (98,1 kPa)				ESFUERZO NORMAL (196,1 kPa)			
	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vert. (mm)	Lect. Dial Fuerza	Fuerza (kg)	Esfuerzo Corte (kPa)
0,00	0,645	0,0	0,00	0,00	0,925	0,0	0,00	0,00	1,321	0,0	0,00	0,00
0,25	0,681	9,0	5,53	17,55	0,960	27,0	10,74	34,10	1,346	55,0	18,84	59,84
0,50	0,686	11,0	6,11	19,39	0,968	34,0	12,76	40,53	1,356	64,0	21,45	68,11
0,75	0,691	13,0	6,68	21,23	0,975	38,0	13,92	44,21	1,367	74,0	24,34	77,31
1,00	0,696	15,0	7,26	23,07	0,983	42,0	15,08	47,89	1,377	82,0	26,66	84,66
1,25	0,701	18,0	8,13	25,82	0,991	51,0	17,69	56,16	1,387	87,0	28,11	89,26
1,50	0,706	19,0	8,42	26,74	0,998	55,0	18,84	59,84	1,397	93,0	29,84	94,78
1,75	0,711	20,0	8,71	27,66	1,003	55,0	18,84	59,84	1,407	99,0	31,58	100,29
2,00	0,711	21,0	9,00	28,58	1,006	56,0	19,13	60,76	1,417	103,0	32,74	103,97
2,25	0,711	21,0	9,00	28,58	1,008	57,0	19,42	61,68	1,427	107,0	33,90	107,65
2,50					1,006	58,0	19,71	62,60	1,433	109,0	34,46	108,49
2,75					1,003	58,0	19,71	62,60	1,435	111,0	35,06	111,33
3,00									1,438	112,0	35,34	112,24
3,25									1,435	112,0	35,34	112,24
Velocidad de Deformación**	0,104 mm/min.				0,104 mm/min.				0,104 mm/min.			

**Ensayo realizado despues de la consolidación primaria.

GEOMG S.A.C.

 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com

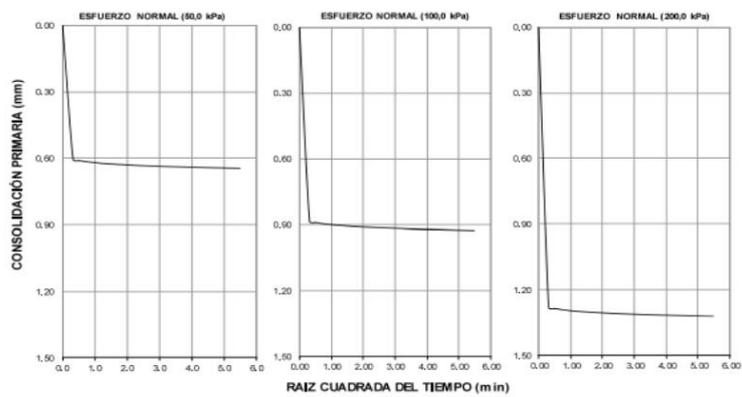


Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbeago N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defenas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificacion: Margen Izquierdo
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS

CONSOLIDACIÓN PRIMARIA (NTP 339.154 - 2001)



GEOMG S.A.C.
Jorge E. Morillo Trujillo
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

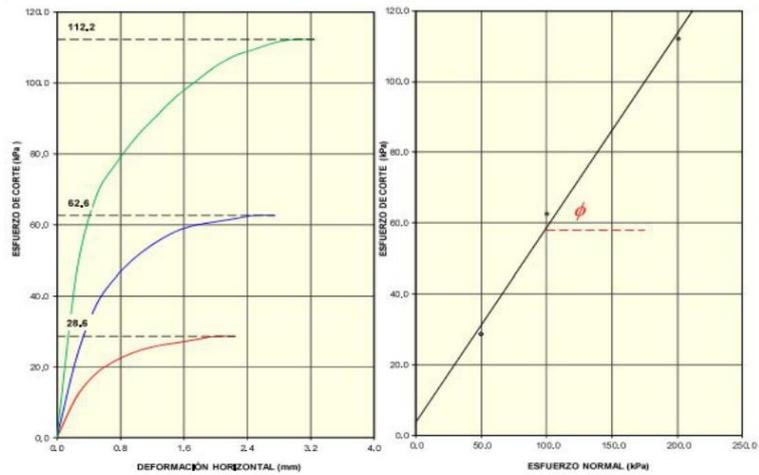
El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com



Solicitante: Pedro Riardo Saravia Cheglio
Domicilio Legal: Jr Orbegozo N°637 Dpto 202-A
Proyecto: Defensas Ribereñas Rio Solivin
Procedencia: Ancash

Muestra: Suelo Aleatorio
Identificación: Margen Izquierdo
Profundidad: 6.00-8.00 m
Fecha ensayo: 4/20/2021

NTP.339.171(2002) MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kPa)	3.8	kg/cm ²	0.04
		ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	36.5°

GEOMG S.A.C.
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
 CIP N° 68738

El Monte de Los Olivos Mz. E - Lte 04 - Lima - 031
 Tel: 051 - 01 - 736 - 2184 - 01 - 953918827 - 987214882 -
 email: walromeroc@yahoo.es, walromeroc@hotmail.com

ANEXO N°8 PANEL FOTOGRAFICO



Figura 40 Rio Solivin, Fenómeno del niño 1983



Figura 41 Rio Solivin, Fenómeno del niño 1998



Figura 42 Rio Solivin, Niño costero 2017



Figura 43 Rio Solivin, Cauce de rio 2021



Figura 44 Habilitación de cajas Gavión



Figura 45 Colocación piedra colchón reno