

Protección ribereña mediante gaviones en la selva peruana

Sleyther A. De La Cruz Vega
<https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>
sdelacruz@unab.edu.pe
Universidad Nacional de Barranca
Barranca, Perú

José A. Garrido Oyola
<https://orcid.org/0000-0002-8191-8600>
jgarrido@unjfsc.edu.pe
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Huacho-Perú

Kevin A. Ascoy Flores
<https://orcid.org/0000-0003-2452-4805>
kascoy@ucv.edu.pe
Universidad Cesar Vallejo
Trujillo-Perú

Teresa M. Gonzales Moncada
<https://orcid.org/0000-0002-8516-2193>
tgonzales@ucv.edu.pe
Universidad Cesar Vallejo
Trujillo-Perú

Recibido (27/06/2022), Aceptado (19/07/2022)

Resumen.-El objetivo de este trabajo fue determinar un diseño de una infraestructura de protección ribereña mediante gaviones en la selva Peruana. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, cuantitativa, la muestra es el área entre los kilómetros 1,060 y 1,660 de la quebrada Chaupimayo, Madre de Dios, Perú. Las conclusiones fueron que el suelo en la superficie es una arena arcillosa (SC) y la profundidad una grava limosa (GM), la microcuenca tiene un área de 0,365 km², perímetro de 3,03 km. Asimismo, se obtuvo que la base del diseño estará conformada por dos gaviones del tipo A de 1,00 m x 1,00 m, el segundo nivel estará compuesto por un gavión del tipo B de 1,50 m x 1,00 m, y en la parte más alta por un gavión del tipo A, además la estructura contará con un colchón del tipo C de 1,00 m x 0,50 m.

Palabras clave: protección, ribereña, quebrada, gaviones.

Riverside protection by means of gabions in a stream of the Peruvian jungle.

Abstract.- The objective of this work was to determine a design for a riparian protection infrastructure using gabions in the Peruvian jungle. The methodology used was of an applied, quantitative type, the sample is the area between kilometers 1,060 and 1,660 of the Chaupimayo creek, Madre de Dios, Peru. The conclusions were that the soil on the surface is clayey sand (SC) and the depth is silty gravel (GM), the micro-basin has an area of 0,365 km², perimeter of 3,03 km. Likewise, it was obtained that the base of the design will be made up of two type A gabion of 1,00 m x 1,00 m, the second level will be made up of a type B gabion of 1,50 m x 1.00 m, and in the highest part by a type A gabion, in addition the structure will have a type C mattress of 1,00 m x 0,50 m..

Keywords: protection, riparian, creek, gabions.

I. INTRODUCCIÓN.

El Perú es un país con una geografía particular, muy rico en minerales y diversidad, pero también muy vulnerable al cambio climático y a los fenómenos naturales. Las lluvias, huaicos e inundaciones, muestran que nuestros gobernantes y la población local no han estado preparados para prevenirlos [1]. Cada año, las lluvias en el sur del Perú generan pérdidas de vidas humanas, daños materiales, paralización económica y contaminación [2]. Los ríos constituyen un sistema de circulación lineal, vectorial, jerarquizada y estructurada para trasladar sedimentos y fluidos vitales a través de las Cuencas Hidrográficas y sus desembocaduras [3].

El diseño de ingeniería de los proyectos de aprovechamiento hídrico requiere de información hidrológica para su adecuado dimensionamiento [4]. La medición del caudal (también, descarga o gasto) en los estuarios es un asunto de importancia para evaluar el balance hídrico a nivel de cuencas, controlar la calidad del agua, diseñar estructuras de transporte, y validar y calibrar los modelos hidrológicos de precipitaciones, escorrentías, inundaciones y transporte de los elementos suspendidos [5].

Las defensas ribereñas son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende a arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno [6]. Los gaviones tienen versatilidad de empleos y facilidad constructiva, por lo que se adaptan a cualquier geometría y tipo de suelo [7], a la vez que aseguran poco mantenimiento durante su explotación [8]. Por otra parte, estos gaviones no necesitan fundaciones profundas y se integran al medio ambiente [9]. Además, alcanzan una excelente relación costo/beneficio social y disminuyen los costos y tiempos de ejecución [10]. El objetivo fue determinar un diseño de una infraestructura de protección ribereña mediante gaviones en una quebrada en la selva Peruana. La investigación tiene importancia porque generó un gran aporte teórico de las principales características hidrológicas de la zona, además que amplió los conocimientos del comportamiento meteorológico y profundizó el conocimiento en relación a la importancia de estructuras de protección ribereña que defiendan los lechos de los ríos. El diseño de una infraestructura de protección ribereña se basó en aplicación de técnicas para que no ocurran desbordes de la quebrada, a través de un estudio meteorológico, hidrológico y topográfico, garantizando la protección de la infraestructura de sus viviendas, infraestructura vial y educativa. La importancia técnica se enfocó en prevenir daños por efecto de los fenómenos naturales como, grandes avenidas por efecto de enérgicas lluvias; de esta forma se tendrá una zona segura ante dichos fenómenos naturales, permitiendo su desarrollo social y sobre todo económico.

II. DESARROLLO

Trabajos previos realizados [11] afirman que existe la necesidad de un sistema de defensa ribereña para dicho tramo, a consecuencia de las crecidas que se presentan en el río Urubamba, debido a las intensas y extensas lluvias que provienen de las franjas más altas de su cuenca, mismas que generan súbitas elevaciones del nivel freático del río, dichas avenidas a su vez forman palizadas de magnitudes importantes generando un riesgo a la vida de las personas y el balneario de Cocalmayo que se localiza en la zona de investigación. Otros autores [12] han desarrollado investigaciones donde se concluye que se tiene la necesidad de la construcción de la defensa ribereña por el agudo peligro de inundaciones, en la zona de llega a tener para un periodo de retorno de 50 años un total de 1203 m³/s de caudal, Precipitaciones de máximas en 24 horas 78.20 mm, y se plantea la utilización de diques de tierra con revestimiento de enrocado, debido a tener un menor costo con respecto a otras propuestas de estructuras de defensa ribereña.

Otras investigaciones [13] muestran que el diseño de una defensa ribereña puede realizarse con una extensión de 11+379km, con suelos conformados por arenas limosas, arenas mal graduadas, limos, arenas finas y arcillas de baja plasticidad, además el afirmado estará compuesto por material de la cantera Cerro Escute, pudiendo utilizar este material para la ejecución de los diques y para el encauzamiento del río, pudiendo afirmar que los tipos de defensa adecuados serán: enrocados de diferentes tipos, gaviones, colchonetas de diferentes tipos que serán dispuestos en zonas específicas del cauce de acuerdo a las características topográficas que se encuentra a los márgenes del río.

III. METODOLOGÍA

La realización del estudio topográfico se realizó con el fin de obtener el relieve para la presente investigación. Se empezó con el reconocimiento general de cada ruta para el respectivo levantamiento y pudiendo ubicar puntos convenientes para el estacionamiento; el levantamiento tuvo como punto de origen al parque de la zona; posteriormente se realizó la colocación de puntos de apoyo los cuales son identificados como E-1, E-2 y E-3; se realizó la nivelación del BMs para el inicio del levantamiento topográfico; posteriormente se realizó el levantamiento topográfico respectivo tomando cuatro puntos seguidos cada cinco y/o seis metros de intervalo, tomándose puntos de la vía, eje de la vía y postes y lotes. Finalmente se culminó el levantamiento topográfico a veinte metros referentes al eje de la Panamericana Norte. Dicha información levantada fue llevada a gabinete donde mediante el software Civil 3D 2018 y Microsoft Excel se realizó el procesamiento topográfico.

El estudio de tráfico se realizó en tres etapas: La primera se dio mediante un reconocimiento de los puntos que son claves para poder ubicar todos los puntos de control, la segunda etapa fue la medición y georreferenciación de la vía, es así que se situó un punto de control la caseta de vigilancia; y la tercera etapa fue el relevamiento de campo y su información, como es el registro de automóviles que circulan en los tramos detrocha, realizado con el modelo de conteo del ministerio de transporte. Después de terminadas las etapas mencionadas se realizó el procesamiento en el programa Microsoft Excel y se estableció el índice medio diario (IMD). En función de una muestra del PM10 (material particulado), y conforme el ECA (estándares de calidad ambiental para el Aire) y por mediación de fórmulas calculamos que tanto por ciento del área contaminada existe mediante el programa Image J y los límites tolerables, se presenta como se determinó su incidencia, antes de la ejecución de la obra dando como resultado para la muestra 1 (de un total de 20 Muestras).

En el trabajo se considera al agua de mar como principal agente de la investigación, por lo que se tomaron muestras de este agente y se hizo el respectivo análisis de los componentes físicos químicos. La empresa encargada del análisis fue BALTIC CONTROL SAC. Para ello se realizó la captación del agente con un recipiente (jarra), adicionándose gotas de preservantes en los recipientes, una vez realizada la muestra se procede a guardar los recipientes en el cooler para su respectivo análisis. Y se finalizara con el llenado del acta. Para el procedimiento se realizaron 2 calicatas a una profundidad de 1,50 m y unas dimensiones de largo 1,00 m, ancho 1,00 m. Antes de la ejecución del proyecto se ejecutó las siguientes pruebas: ensayo granulométrico por tamizado ASTM D-422, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor y CBR. Posterior a la ejecución del proyecto de investigación: Ensayo de densidad y peso unitario – método del cono de arena MTC E-117, ensayo de relación de capacidad de soporte – CBR; MTC E – 132 y ensayo de penetración dinámico de cono – PDC.

El tipo de investigación fue aplicada, el enfoque de la investigación fue cuantitativo, la muestra es el área entre los kilómetros 1,060 y 1,660 de la quebrada Chaupimayo, Madre de Dios, Perú. El muestreo es por conveniencia debido a que el investigador seleccionara un área específica para el desarrollo de la investigación. La técnica a utilizar de acuerdo a esta investigación fue la observación no participante. En primer lugar, se realizó un reconocimiento de la quebrada Chaupimayo, haciendo un recorrido sobre toda su extensión, y de esta forma identificar las zonas afectadas por el crecimiento de esta quebrada, además de identificar el tipo de terreno, climatología y características más relevantes. Seguidamente se realizó el estudio topográfico con nuestro instrumento de estudio: la estación total es un equipo que permite encontrar las curvas de nivel. Después de obtención de los datos en campo, se determinó los cálculos elaborados en gabinete para tener los caudales, máximas avenidas y otros.

Además, se realizaron los estudios de suelos con el fin de identificar las características físicas y propiedades del terreno Y finalmente se determinó las dimensiones las cuales se utilizarán para el determinado diseño de la estructura de protección ribereña para esta zona de estudio utilizando. Utilizando para el cálculo hidráulico programas como: HEC HMS, HECRAS 5.0.7, ArcMap 10.3.

IV. RESULTADOS

El diseño de una infraestructura de protección ribereña, es de una combinación de tres tipos de gaviones, los cuales deberán estar distribuidos de la siguiente manera: La base está conformada por dos gaviones del tipo A, el segundo nivel está compuesto por un gavión del tipo B, y en la parte más alta por un gavión del tipo A, además la estructura contará con un colchón del tipo C; lo cual guarda relación con [13] que indica que luego de elaborar su análisis y selección de alternativas concluye que los tipos de defensa seleccionados son: Gaviones, colchonetas, enrocados de diferentes tipos aplicados en tramos específicos del cauce según la topografía de los márgenes (fig. 1).

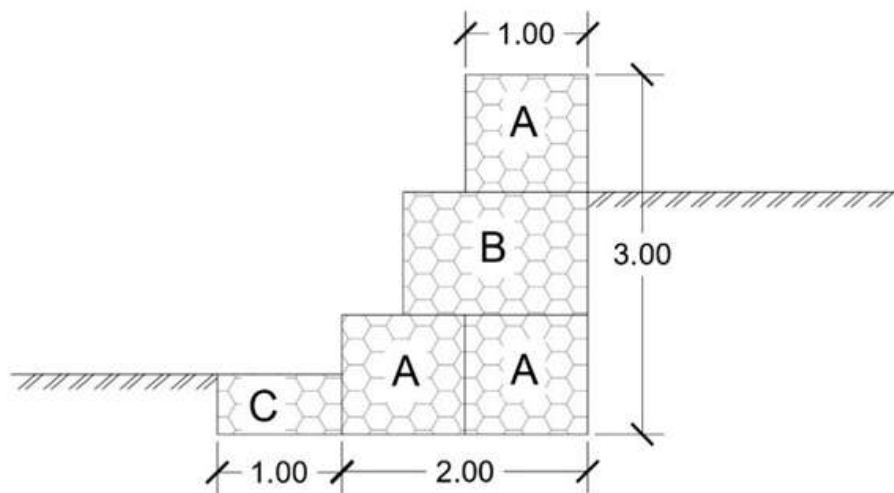


Fig. 1. Sección típica de la estructura de protección ribereña

Las secciones de los tipos de gaviones diseñadas son de tres tipos la A, B y C (tabla. 1)

Tabla 1. Valores de las dimensiones de gaviones

| Descripción | Dimensiones | | Unidad |
|---------------|-------------|--------|--------|
| | Base | Altura | |
| Gavión tipo A | 1,00 | 1,00 | m |
| Gavión tipo B | 1,50 | 1,00 | m |
| Gavión tipo C | 1,00 | 0,50 | m |

La quebrada Chaupimayo posee una extensión de 1,717 km, además que presenta una topografía sinuosa y con una pendiente promedio de 4,5% en la zona más alta y una pendiente promedio de 1,11% en la zona más baja, lo cual difiere de [14] debido a que indica que el tramo de se encuentra localizada en la margen derecha de este tramo, abarcando una longitud de aproximadamente 300 m; esta diferencia guarda lógica, debido a que se trata de diferentes áreas de estudio, por un lado la quebrada Chaupimayo está ubicada en la zona 19 sur UTM – WGS84, y por otra parte el tramo de Morella medio se ubica en la zona 30 norte UTM – WGS84. Las características geomorfológicas de la microcuenca en estudio reflejan el área, perímetro, longitud y demás necesarios para el diseño (tabla. 2)

Tabla 2. Características geomorfológicas de la microcuenca

| Parámetro | Unidad | Quebrada Chaupimayo |
|------------------------------|---------|---------------------|
| Área | Km2 | 0,365 |
| Perímetro | Km | 3,038 |
| Longitud del cauce principal | Km | 1,06 |
| Pendiente del cauce | % | 8,37 |
| Factor de forma | Adimens | 0,32 |
| Índice de compacidad | Adimens | 1,42 |
| Altitud media | m.s.n.m | 423,10 |
| Pendiente de la cuenca | % | 8,37 |

En base a los datos obtenidos se puede diseñar la curva hipsométrica, utilizando el área entre las curvas de nivel y la altura media (fig. 2).

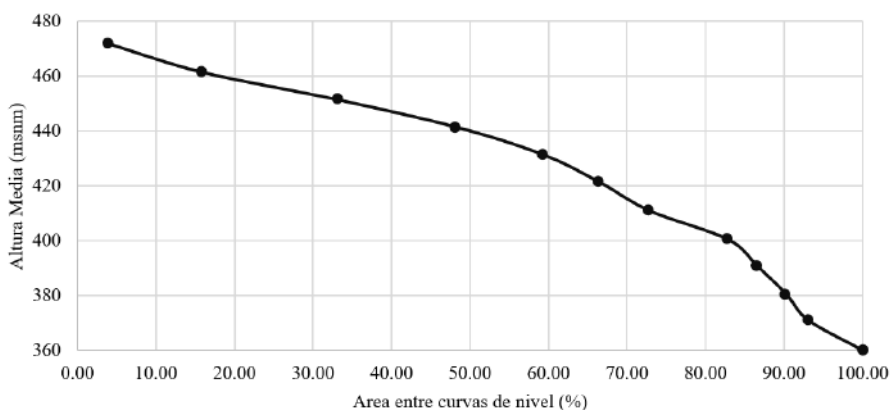


Fig. 2. Curva hipsométrica - microcuenca

La estación san Gaban proporciona datos de la precipitación máxima en el periodo de 24 horas por cada año estudiado (fig. 3)

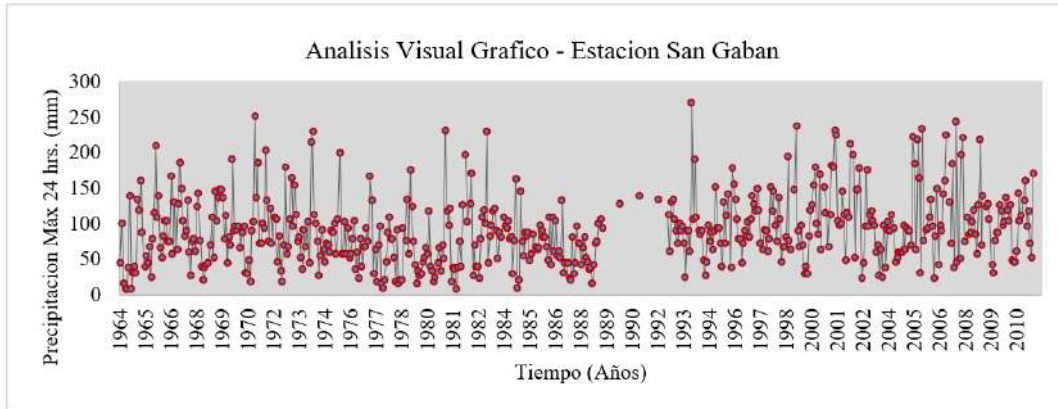


Fig. 3. Precipitación máxima en 24 horas (mm) – Estación cercana San Gabán

Con los datos de la estación san Gaban sobre la precipitación máxima en el periodo de 24 horas por cada año se puede graficar las variaciones máximas y mínimas (fig. 4)

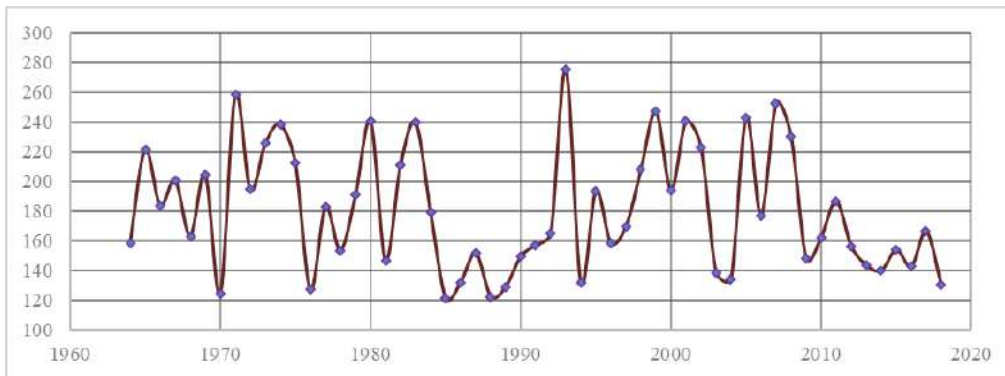


Fig. 4. Precipitación máxima anual de 24 h.

El estudio de suelo a través del análisis granulométrico por tamizado realizado en 2 calicatas y de 2 muestras por calicata, muestra el tipo de suelo (tabla. 3)

Tabla 3. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)

| Descripción de la muestra | Calicata 01 | | Calicata 02 | |
|---------------------------|-------------|---------|-------------|---------|
| | M-1 | M-2 | M-1 | M-2 |
| Peso inicial | 1063 gr | 1957 gr | 2080 gr | 3024 gr |
| Peso fracción | 327 gr | 0 gr | 336 gr | 366 gr |
| Grava | 1,88% | 56,14% | 10,72% | 55,52% |
| Arena | 69,61% | 28,97% | 60,58% | 27,59% |
| Fino | 28,51% | 14,89% | 28,70% | 16,89% |
| W natural | 22,30% | 7,20% | 13,80% | 15,20% |

El análisis de los límites de consistencia permite determinar si el suelo estudiado tenía consistencia plástica o no plástica (tabla. 4)

Tabla 4. Límites de consistencia (ASTM D-424)

| Límites de consistencia | Calicata 01 | | Calicata 02 | |
|-------------------------|-------------|--------|-------------|---------|
| | M-1(%) | M-2(%) | M-1(%) | M-2 (%) |
| LL | 36,94 | 39,76 | 32,57 | 35,98 |
| LP | 26,66 | 33,12 | 25,66 | 26,66 |
| IP | 10,28 | 6,64 | 6,92 | 9,32 |

La clasificación de suelos mediante el sistema unificado de clasificación de suelos, muestra la presencia de áreas y arcillas en altos porcentajes (tabla. 5).

Tabla 5. Clasificación de suelo (SUCS)

| Clasificación | Calicata 01 | | Calicata 02 | |
|---------------|-------------|-----|-------------|-----|
| | M-1 | M-2 | M-1 | M-2 |
| SUCS | SC | GM | SC-SM | GC |

LEl ensayo de corte directo es importante para determinar su ángulo de fricción interna y su cohesión del suelo de la cuenca (tabla. 6)

Tabla 6. Corte directo (ASTM D3080-98)

| Resultados | Calicata 01 | Calicata 02 |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Angulo de fricción interna | 35,18 | 21,08 |
| Cohesión (kgs/cm2) | 0,235 | 0,348 |

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el trabajo es posible concluir:

1. Para establecer los parámetros de hidrología, y de hidráulica fluvial se obtuvo los datos históricos de precipitaciones registradas a lo largo del tiempo y combinados con los valores obtenidos por recolección y procesamiento de datos se realizó la simulación del comportamiento hidráulico a la largo de la sección de estudio.

2. Se determina que para un periodo de retorno de 100 años se tiene un caudal de hasta 32.4 m³/s, un tirante máximo de 2.22 m y una velocidad máxima de 3.78 m/s.

3. El suelo en la superficie es una arena arcillosa (SC) y en la profundidad una grava limosa (GM), la microcuenca tiene una área de 0,365 km², perímetro de 3,03 km, longitud de cauce de 1,06 km, pendiente de 8,37 %, factor de forma de 0,324, índice de compacidad de 1,42, altitud media de 423,10 m.s.n.m y pendiente de cuenca de 8,37 %.

4. La base del diseño estará conformada por dos gaviones del tipo A de 1,00 m x 1,00 m, el segundo nivel estará compuesto por un gavión del tipo B de 1,50 m x 1,00 m, y en la parte más alta por un gavión del tipo A, además la estructura contara con un colchón del tipo C de 1,00 m x 0,50 m.

REFERENCIAS

- [1] Punto edu. (2022, Febrero 01). Lluvias torrenciales, huaicos, inundaciones y derechos en el Perú [Online]. Available: <https://puntoedu.pucp.edu.pe/voces-pucp/lluvias-torrenciales-huaicos-inundaciones-y-derechos-en-el-peru/>
- [2] V. Cano. (2022, febrero 01). Las lluvias en el sur del Perú [Online]. Available: <https://ucsp.edu.pe/las-lluvias-en-el-sur-del-peru-desastres-recurrentes-u-oportunidades-de-cambio/>
- [3] H. Campoblanco y J. Gómero, "Importancia de los ríos en el entorno ambiental". Revista del instituto de investigación de la facultad de geología, minas, metalurgia y ciencias geográficas. vol. 3, no. 5, pp. 57-63, 2000.
- [4] W. Sandoval y E. Aguilera, "Determinación de caudales en cuencas con poco información hidrológica", Revista Ciencia UNEMI, vol. 7, no. 12, pp. 100-110, 2015.
- [5] L. Thomas y B. Marino, "Estimación del caudal a partir de la evolución del nivel del agua en un estuario con onda de marea estacionaria", RIBAGUA - Revista Iberoamericana del Agua, vol 3, no. 1, pp. 8 – 17, 2016.
- [6] J. Fasanando, "Dimensionamiento hidráulico y estructural de la defensa ribereña en la margen izquierda del Río Mayo en la localidad de Shanao – Lamas – Región San Martín", Universidad Nacional de San Martín, Perú, 2019.
- [7] R. Agostini. Flexible gabion structures in earth retaining Works. Estados Unidos: Officine Maccaferri, 1987
- [8] C. Thar, A. Chueasamat, T. Hori, H. Saito y Y. Kohgo. "Effectiveness of filter gabions against slope failure due to heavy rainfall", Soils and foundations, vol 61, no. 1, pp. 480-495, 2021.
- [9] O. Temoche y E. Quiroz, "Propuesta hidráulica entre gabión y enrocado del río Chuquillanqui en el tramo que limita los caseríos de Chuquillanqui y Pichady – Distrito de Lucma – Departamento de la Libertad", Universidad privada Antenor Orrego, Perú, 2019.
- [10] C. Urteaga, "Análisis comparativo de soluciones de defensa ribereña para el puente Tahuamani – Madre de Dios: sistema de gaviones y geo estructuras", Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 2019
- [11] M. Zevallos, "Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo,. Piura", Universidad de Piura, Perú, 2015.
- [12] M. Zevallos, "Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo,. Piura", Universidad de Piura, Perú, 2015.
- [13] O. Flores, "Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río llave zona rural C.P. Santa Rosa de Huayllata-llave. Puno", Universidad católica santo Toribio de Mogrovejo, Perú, 2018.
- [14] M. Castejón, "Diseño de las actuaciones de ingeniería fluvial en el río Bergantes para la defensa contra inundaciones del complejo de la fábrica Giner Morella (Castellón)", Universidad politécnica de Valencia, España, 2014.

LOS AUTORES

Sleyther A. De La Cruz Vega, Es ingeniero civil con maestría en ecología y gestión ambiental. Cuenta con estudios de doctorado en ingeniería civil. Tiene experiencia en el área de proyectos. Es docente de la universidad nacional de barranca, asesor de tesis y proyectos de investigación.



José A. Garrido Oyola, Es ingeniero industrial de la universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión desde el año 1998. Cuenta con el grado de maestro en ingeniería industrial en la universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, actualmente se viene desempeñando como docente de la escuela de ingeniería industrial.



Kevin Arturo Ascoy Flores. Ingeniero civil, con estudios de posgrado en gestión pública y gobernabilidad, con alta experiencia en procesos constructivos y administración pública, catedrático de la Universidad César Vallejo en la rama de construcción e hidráulica.



Teresa M. Gonzales Moncada. Licenciada en Educación en la especialidad de historia y geografía de la Universidad Particular San Martín de Porres, grado de maestro con mención en medición, evaluación y acreditación de la calidad educativa de la Universidad Enrique Guzmán y Valle con estudios de Posgrado en Maestría en Gestión Pública y Gobernabilidad en la Universidad César Vallejo.