



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para
estabilización de talud en obras de cabecera de la Hidroeléctrica San
Gaban II – Puno, 2021”

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

AUTOR:

Quito Diaz, Flavio Manuel (ORCID: 0000-0001-6324-8618)

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Augusto Samir (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho cariño a mis hijos Melany, Esthefany, Dafne y Liam también a mi Madre Margarita, así como a mis hermanos Richard, Christian

Adicionalmente a mis compañeros de trabajo de la Empresa GRUPO DIAZ en la cual vengo laborando hasta el momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme las fuerzas y fe para creer lo que me parecía imposible terminar.

En segundo lugar, a mi señora madre, quien deposito su confianza en mí, sin ella no hubiera sido posible haber llegado hasta donde estoy y quien me ha inculcado todo lo necesario para alcanzar mis objetivos sin pasar por encima de mis principios y valores.

Asimismo, quiero agradecer a mi esposa por tenerme paciencia y su comprensión en tantas largas horas de estudio y de clases, sacrificando así los fines de semanas, la cual fue el horario escogido, debido al trabajo que desempeño en la empresa.

A mis hijos, por haber tomado parte de su tiempo que con todo derecho les corresponde.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	40
3.1 Tipo y diseño de investigación	40
3.2 Variables y operacionalización.....	40
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	42
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.5 Procedimientos	42
3.6 Métodos de análisis de datos.....	43
3.7 Aspectos éticos	43
IV. RESULTADOS.....	44
V. DISCUSIÓN	83
VI. CONCLUSIONES	84
VII. RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS	86
ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caudales máximos instantáneos 2011 - 2020 _____	49
Tabla 2: Resultados obtenidos de caudales _____	60
Tabla 3: Cuadro de datos _____	69
Tabla 4: Cuadro de resultados _____	69
Tabla 5: Cuadro con resultados _____	71
Tabla 6: Cuadro caudal de diseño para diferentes periodos de retorno _____	71
Tabla 7: Cuadro de cálculo de pesos y momentos _____	73
Tabla 8: Calculo de pesos y momentos producidos _____	77
Tabla 9: Cálculos de los pesos y momentos en curvas para el tramo _____	80
Tabla 10: Ensayo de densidad relativa y Angulo de fricción _____	97
Tabla 11: Ensayo de densidad mínima y máxima _____	98
Tabla 12: Humedad natural _____	99
Tabla 13: Estratigráfico _____	100
Tabla 14: Granulometría _____	101
Tabla 15: Ensayo de constantes físicos _____	102
Tabla 16: Ensayo de material de relleno _____	103
Tabla 17: Ensayo de densidad en campo _____	104
Tabla 18: Ensayo de densidad - Calicata 1 _____	105
Tabla 19: Estudio de Humedad natural - Calicata 1 _____	106
Tabla 20: Estratigrafía - Calicata 1 _____	107
Tabla 21: Análisis granulométrico - Calicata 1 _____	108
Tabla 22: Ensayo de constantes físicos - Calicata 1 _____	109
Tabla 23: Diseño de mezcla concreto 210kg/cm ² _____	110
Tabla 24: Peso específico y absorción de los agregados _____	111
Tabla 25: Peso Unitarios de los agregados _____	112
Tabla 26: Análisis granulométrico _____	113

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Bocatoma en el río San Gaban y Villa Residente _____	11
Figura 2: Generación de energía en el Perú _____	11
Figura 3: Muro de contención _____	19
Figura 4: Estructura de muros de contención _____	20
Figura 5: Finalidad de estructuras de contención _____	20
Figura 6: Fallas de suelo _____	21
Figura 7: Estabilidad de talud _____	21
Figura 8: Importancia del muro de contención _____	22
Figura 9: Diseño de muro de contención _____	22
Figura 10: Capacidad del muro de contención _____	23
Figura 11: Consideraciones del muro de contención _____	23
Figura 12: Uso del muro de contención _____	24
Figura 13: Tipos de muros de contención _____	24
Figura 14: Cimentación del muro de contención _____	25
Figura 15: Detalle del muro de gravedad _____	25
Figura 16: Detalle de muro de gaviones _____	26
Figura 17: Muro Voladizo _____	26
Figura 18: Muro con contrafuertes _____	27
Figura 19: Muro de bandeja _____	27
Figura 20: Talud _____	28
Figura 21: Estabilidad de talud _____	28
Figura 22: Riesgos _____	29
Figura 23: Caídas de bloques _____	29
Figura 24: Inestabilidad de talud _____	30
Figura 25: Inclinación de volteo _____	30
Figura 26: Desplazamiento _____	31
Figura 27: Deslizamiento _____	31
Figura 28: Erosión _____	32
Figura 29: Humedad _____	32
Figura 30: Mallas metálicas _____	33
Figura 31: Deformaciones del terreno _____	33

Figura 32: Estabilidad sísmica _____	34
Figura 33: Efecto tridimensional _____	34
Figura 34: Desplazamiento sísmico _____	35
Figura 35: Desprendimiento de un talud _____	35
Figura 36: Aspectos geológicos en un talud _____	35
Figura 37: Cargas externas en un talud _____	36
Figura 38: Excavaciones en un talud _____	36
Figura 39: Muro de encauzamiento _____	37
Figura 40: Deformaciones _____	37
Figura 41: Asentamiento de suelos _____	38
Figura 42: Corte directo _____	38
Figura 43: CBR _____	39
Figura 44: Permeable _____	39
Figura 45: Mapa del departamento de puno _____	44
Figura 46: Plano de ubicación _____	45
Figura 47: Lugar de socavación _____	47
Figura 48: Vista mostrando tipo de lecho del rio San Gaban _____	50
Figura 49: Ubicación de calicata C-1 _____	57
Figura 50: Ubicación de calicata C- 2 _____	58
Figura 51: Ubicación de calicata C - 3 _____	59
Figura 52: Vista de caudal del rio San Gaban _____	60
Figura 53: Progresiva 0+280 _____	62
Figura 54: Progresiva 0+290 _____	62
Figura 55: Progresiva 0+300 _____	62
Figura 56: Progresiva 0+310 _____	63
Figura 57: Progresiva 0+320 _____	63
Figura 58: Progresiva 0+330 _____	63
Figura 59: Progresiva 0+340 _____	64
Figura 60: Progresiva 0+350 _____	64
Figura 61: Progresiva 0+360 _____	64
Figura 62: Progresiva 0+370 _____	65
Figura 63: Progresiva 0+380 _____	65
Figura 64: Características de la socavación _____	66

Figura 65: Calculo para hallar la socavación _____	68
Figura 66: Diseño de muro de contención _____	72
Figura 67: Fotografía vista del lugar de socavación _____	114
Figura 68: Fotografía Barraje móvil aguas arriba del lugar de socavación _____	114
Figura 69: Fotografía vista mostrando la curva del rio _____	115
Figura 70: Fotografía vista con parte del camino erosionado _____	115
Figura 71: Fotografía vista mostrando la zona erosionada _____	116
Figura 72: Fotografía vista mostrando el tipo de lecho del rio _____	116

RESUMEN

En la presente investigación se presentó la siguiente problemática. ¿Cómo el diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento influye para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?. Para responder a esta interrogante se tuvo como **objetivo principal**: Establecer la influencia del diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021. **La metodología** que se empleó fue de tipo descriptivo, nivel cuantitativo, diseño no experimental y de corte transversal. El universo será el sistema del muro de encauzamiento para estabilización de talud en obras de cabecera de la Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021. Como **conclusiones** de acuerdo a los nuevos tirantes, y al nuevo caudal se diseñará un muro en voladizo estructural. Asimismo, específicamente el nuevo diseño propuesto en el tema de investigación es un muro en voladizo es decir un elemento rígido similar a una viga que se apoya de otro elemento vertical que sobresale pudiendo ser este de concreto armado o reforzado, y reforzamiento del muro voladizo con enrocado en el talud.

Palabras Clave: Diseño hidráulico, diseño estructural, muro de encauzamiento, estabilización de talud.

ABSTRACT

In the present investigation the following problem was presented. How does the hydraulic and structural design of the channeling wall influence the stabilization of the slope in the head works of the San Gaban II Hydroelectric Plant - Puno, 2021?. To answer this question, the main objective was: To establish the influence of the hydraulic and structural design of the channeling wall for slope stabilization in the head works of the San Gaban II Hydroelectric Plant - Puno, 2021. The methodology used was of descriptive type, quantitative level, non-experimental and cross-sectional design. The universe will be the channeling wall system for slope stabilization in the head works of the San Gaban II Hydroelectric - Puno, 2021. As conclusions according to the new tie rods, and at the new flow, a structural cantilever wall will be designed. Likewise, specifically the new design proposed in the research topic is a cantilever wall, that is, a rigid element similar to a beam that is supported by another vertical element that stands out, which may be made of reinforced or reinforced concrete, and reinforcement of the cantilever wall with castled on the slope.

Keywords: Hydraulic design, structural design, channeling wall, slope stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

Como **Realidad de la Problemática**, tenemos que la EGESG S.A. principal abastecedora de energía en el sur a través de la C. H. San Gaban II, sucumbió ante la crecida del caudal del río san gaban y sus vertientes, productos de las intensas lluvias que vienen produciéndose en estos últimos años, afecto enormemente las instalaciones, estando a punto de colapsar, ante los continuos desbordes y socavamiento del río san gaban.



Figura 1: Vista río San Gaban y Villa Residente

Fuente: EGESG SA - Memorial 2010

Siendo de gran importancia la preservación de las instalaciones de la central hidroeléctrica, porque desde su construcción no se ha contemplado la protección de su infraestructura civil, producto del incremento del caudal del río san gaban, la cual aprovecha para generar energía de este mismo río.



Figura 2: Generación de energía en el Perú

Fuente: MEM, 2011

Como **Formulación del problema** Según Vados y García. (2014), nos indica lo siguiente: Es la respuesta al estudio, al acto y a la investigación, en donde la persona a cargo del proyecto realiza observaciones en la zona de trabajo para evaluar todos los problemas que aflora entre la persona y el medio ambiente (p.2) **Problema General** tenemos ¿Cómo el diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento influye para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?, y como **Problema Específicos** tenemos 2, siendo el primero ¿Cómo el diseño de muro voladizo influye para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?, y como segundo ¿Cómo el diseño del enrocado de talud incidiría para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?, como **Justificaciones** importantes tenemos la **Justificación del estudio** Según Landea (2012), Nos indica lo siguiente: Toda investigación debe tener en cuenta la justificación del estudio en donde servirá para la fundamentación del proyecto, para aplicar en ello y relacionando con la filosofía la operación racional (p.316), y como **Justificación técnica** la Hidroeléctrica San Gabán II, Ubicada en Puno, una de la más importante del país, por generar energía y por abastecer la zona del sur y oriente, siendo estos las regiones de cuzco, Puno, Tacna, Madre de Dios y San Martín generando 110 Megavattios. En el año de 2010 sufrió daños de grandes magnitudes en su Infraestructura Civil, siendo ello la zona de Villa Residentes Chuani, Obras de cabecera, zona de las compuertas y el embalse, poniendo en riesgos el colapso de sus infraestructuras y la paralización de la generación de energía. Debido a los daños ocasionados es que se plantea el diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II, para la protección de sus instalaciones y para dar seguridad a la villa de residentes, en razón que la zona erosionada esta provisionalmente enrocado ante los daños suscitados y es susceptible a un derrumbe, socavación y erosión que incrementaría los daños presentados actualmente en una próxima avenida, y como **justificación económica**,

con este proyecto se mejorara la infraestructura de hidroeléctrica san gaban, con la finalidad de seguir operando para beneficiar a la población en el desarrollo de los pueblos en las cuales abastece energía impulsando la economía de las familias y microempresas en los sectores privados y estatales, y como **justificación social** como importancia social, la protección de la central hidroeléctrica es vital porque abastece de energía los departamentos de puno, cuzco, tacna y san Martín, siendo así un impulsor del desarrollo de la sociedad, debido a que la energía es fundamental para las viviendas, colegios, así como también para generar fuentes de trabajo de las pequeñas y grandes empresas, los **Objetivos de la investigación** son el **Objetivo General** Establecer la influencia del diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021, y los **Objetivo Específicos** son 2 el primero es Determinar la influencia del diseño de muro voladizo para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021, y el segundo es Especificar la influencia del diseño del enrocado para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021. Y como **Hipótesis** tenemos 2 la **Hipótesis general** El Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento influye considerablemente para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021, y como **Hipótesis específicas** sería como primero, El diseño de muro en voladizo influye significativamente para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021, y como segundo, El diseño de enrocado de talud influye ampliamente para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.

II. MARCO TEORICO

Como **Antecedentes Nacionales**, tenemos a **Oliva, R & Silva, J.(2021)**. En su tesis para optar el grado de Ing. Civil, "Diseño de estructuras complementarias de las bocatomas chiclin y chicamita para estabilizar el río Chicama sector Chicama". Estableció que de acuerdo a los cálculos estructurales efectuado para estabilizar las compuertas de control de chicamita y chiclin producto del conducto del río, en donde se aplicó los cálculos estructurales, solo se determinó que solo se podría estabilizar la bocatoma chicamita por el distanciamiento de 200 mts que existe con la bocatoma de chiclin, al realizar los estudios de hidrológicos con la finalidad de determinar el caudal del río de 250 m²/s como promedio entre los máximos caudales de las avenidas de 400 m²/s y 600m²/s. y para hallar diseño estructural de la compuerta de control de chicamita, donde se aplicó el caudal 1400m²/s, con un 100 años de retorno. Según el diseño estructural se aplicaron las dimensiones estructurales con una longitud de barraje de 200m, una altura de 2.10mts y el barraje móvil de 18mts, siendo estas medidas insuficientes para alcanzar la finalidad de la investigación, por lo tanto, se determinó un nuevo diseño con una longitud de barraje de 100mts, para un caudal de 400 m²/s, alcanzando con este diseño la estabilización del cauce. **Alvítez,F & Vela,J.(2021)**. En su artículo de tesis "Diseño hidráulico y estructural, con elementos prefabricados de concreto simple (tetrápodos), para la defensa ribereña en las márgenes del río chancay, tramo puente Eten - Monsefú, Chiclayo, Lambayeque", Se concluyo en este trabajo de investigación para la protección de los márgenes del río chancay, es la colocación de sistemas de concreto prefabricados, llamado también tetrápodos, la ubicación de este proyecto se ubicó entre el tramo del puente Eten – Monsefú , Chiclayo , departamento de Lambayeque, la amenaza de esta zona es el desborde, evitar el deterioro de las estructuras, socavación, deslizamiento y desprendimientos de bloque del talud, en donde se empleó el HEC – RAS, software de modelamiento para evaluar hidráulicamente y diseñar los caudales de retorno en cada periodo, con la recolección de datos y los estudios de mecánica de suelos se logró plantear como alternativa la

estabilidad del talud con el programa SLOPE/W, con este proyecto se mitigara los problemas de inestabilidad del talud. **Ildefonso,Hilder & Zarate,P.(2020)**. En su artículo de tesis “Diseño hidráulico y estructural para encauzamiento del río Pollo, tramo puente Central - intersección río Huangamarca - Distrito Otuzco La Libertad”. En este estudio se ubicó 3 tramos críticos con amenaza a erosión, socavación, deslizamiento y desprendimiento del suelo, en el 1° tramo 620mts con una pendiente de 6.4%, el 2° tramo 240mts con una pendiente de 5.2% y 3° tramo 1265mts con una pendiente 2.8%, ubicado en la cuenca del río, produciendo lluvias excesivas causando máximos caudales, siendo 42.31m³/s, 42.77m³/s y 51.73m³/s respectivamente en cada tramo, con un retorno de 140 años, siendo así perjudicial para la zona, utilizando los diferentes software se concluyó mediante cálculos estructurales el diseño final del muro de contención de concreto ciclópeo, determinando la altura de 2.30mts en la zona recto y en la curva 3.00mts, con ellos se evitara la socavación de las aguas, se estabilizara el talud, y se evitara los deslizamientos. **Machco, O.(2018)**. En su trabajo de investigación para su grado de Ing. Civil, “Análisis de estabilidad de taludes para la protección contra inundaciones en el Sector de la Av. Malecón Chillón – Puente Piedra, 2017”. Afirma que al realizar la investigación en la zona de estudio en los márgenes del cauce del km 06 +100 hasta al km 06 + 400, como progresiva, en el malecón del chillón, se optó por el enrocado, al ser más idóneo para mitigar la socavación e inundación producto del excesivo caudal del río chillón en su temporada de crecida, para determinar este resultado se ha utilizado diferentes software como el SLIDE V 6.0, HEC – RAS, HIDROESTA 2, para ello se hizo recopilo datos, ensayos en laboratorio, historial de caudales, y con 500 años de retorno y de 266.61m³/s como caudal, cuyo resultado que arroja como socavación críticas es de 1.04mts y 1.43mts en 2 secciones, siendo sus velocidades de flujo de 4.46m/s y 4.43m/s, se utilizó el modelado Spencer en la zona de socavación de forma común para determinar los efectos de las vibraciones, arrojando como resultado 1.853 valor apropiado, y como **Antecedentes Internacionales**, se tiene a **Morillo, A & Toapanta, C. (2021)**. En su artículo de tesis “Análisis de estado de la estructura existente

del Centro de Investigación de la Vivienda – CIV y diseño estructural de la ampliación del muro de reacción e infraestructura del CIV”. Se concluye que la investigación realizada referente al cálculo estructural y el costo, realizado en la infraestructura pertenece a la politécnica de Quito, siendo esto una escuela del estado ecuatoriano, se determinó que la capacidad actual de la estructura que consiste en un sistema de losa y muro en forma de “L” cuya reacción compuesta presentaba inestabilidad, utilizando las normas NEC - 15, y la ASCE 41 – 17, y finalmente ACI 318s – 14, en conjunto con sistemas de cómputos donde se verificaron las características mecánicas de los materiales colocados, obteniendo resultados mediante ensayos y experimentos según la normativa ASTM, en donde se determinó que su capacidad de la infraestructura existente es muy limitado y se necesita ampliar más por la demanda que necesitan en donde se presentaron cargas de consideración que deberían ser distribuidas adecuadamente. Por lo tanto, del estudio realizado de la estructura existente y los cálculos analítico se considera como propuesta ampliar el muro, de acuerdo con el diseño que contara con una capacidad de soporte de 50 ton. y de la Infraestructura existente con un área de 400m². **Baesso R & Canil K. (2016)**. En su artículo de tesis “Medidas estruturais adotadas em áreas de risco de movimentos gravitacionais de massa e sua contribuição para construção de Cidades Resilientes”. Conclui-se neste trabalho de pesquisa que o Brasil busca constantemente soluções por meio da troca de experiências, para mitigar os desastres produzidos, pela natureza e pela humanidade, os constantes eventos como deslizamentos, transbordamentos e enchentes têm produzido enormes prejuízos à população densamente povoada, até a ONU tem importante papel de apoio ao Brasil, desempenhando um papel de liderança como veículo de concentração para troca de experiências em todo o mundo, essas ações permitem que a construção seja realizada adotando os modelos de projeto adequados para a estabilização das zonas, como medidas estruturais. e não estrutural, isso permite construir cidades resistentes aos movimentos contínuos dos movimentos gravitacionais, o Brasil possui áreas altamente perigosas por ter a maior extensão de solos instáveis, esta pesquisa permite incentivar as autoridades a promoverem construções

melhoradas e estáveis. **Basilio P, Pereira de Queiroz A, Ferreira C & Carvalho B. (2016)**. En su artículo de Investigación Científica “Mapeamento de perigo de escorregamento na bacia hidrográfica do rio grande de Ubatuba - Ubatuba (sp): Comparação dos métodos analíticos e sintético”. Afirma que conclui que usando métodos sintéticos e analíticos, comparando com base no sistema de geográfica informação (SIG) onde as técnicas de geoprocessamento e dados modelagem cartográficos são aplicadas, os riscos geológicos de deslizamentos e as probabilidades de outros eventos ou eventos são determinados. fenômenos produzidos por natureza ou por atividade humana, nesta pesquisa localizou-se do Rio Grande de Ubatuba, as matrizes numéricas da terreno declividade, lineamentos, excesso de água, vegetação e o uso do solo, realizando o algébrico foram determinados os cálculos dos mapas, o índice de risco e o mapa de risco de vulnerabilidade, os quais se mostraram eficazes na mitigação das zonas de instabilidade, utilizando assim o desenho estrutural adequado para a construção das paredes de contenção. **Barbosa L, Cruz de Moura P, Silva D, Jiménez J & Aparecido, M. (2016)**. En su artículo de Investigación Científica “Análise da estabilidade de talude utilizando dados geofísicos em uma área no Município de Caçapava do Sul,rs.” Concluye que Neste trabalho, a utilização de softwares de geoslope apresenta-se como uma ótima alternativa, de forma a poder combinar dados característicos como geotécnicos e geofísicos, a fim de analisar a vulnerabilidade e estabilidade de taludes que ocorrem em áreas de risco, este sistema permite realizar perfis geofísicos sísmicos e com isso são determinados parâmetros geotécnicos, os quais nos determinarão estimar as distâncias entre o material não consolidado e a rocha firme ou também chamada de leito rochoso, que servirão para determinar o médio ou alto risco que a área apresenta, in A partir desta área de estudo, foi possível concluir que a área apresenta uma camada muito fina de material não consolidado em contato com a camada de rocha, o que representa um grande risco de instabilidade de taludes. **Cerri, F. (2016)**. En su artículo de Investigación Científico “Análise da fragilidade geotécnica das áreas de preservação permanente, relacionadas à hidrografia, na área de expansão urbana de São Bernardo do

Campo – SP”. Afirma que Este trabalho de pesquisa consiste em analisar e determinar a periculosidade das unidades de conservação permanente quanto à sua fragilidade geotécnica, pois essas áreas de conservação estão associadas à hidrografia, colocando em risco a população ou empresas que os ocupam. irregulares e não autorizados pelas autoridades estaduais brasileiras, nesta investigação pode-se constatar que esses locais são muito instáveis por estarem muito próximos às cabeceiras de rios e riachos, e essa fragilidade geotécnica nos mostra indica a alteração dos processos de movimentação de massa . A área de estudo foi realizada na expansão urbana de São Bernardo do Campo, localizado no ABC São Paulo da região metropolitana. Por fim, determina-se que nesses locais próximos às cabeceiras de rios ou lagos é muito perigoso construir uma edificação informalmente, devido à sua instabilidade do terreno, produzindo erosão ou desabamentos, causando perda de vidas humanas e materiais, esta análise acarreta se tem a aprovação das autoridades estaduais, para realizar a beneficiação do terreno e estabilizar os taludes com diferentes tipos de projetos hidráulicos ou estruturais das paredes que devem ser construídas, de forma a mitigar os riscos que viriam a ocorrer. **Bacelar L, Souza M, Lindbergh S, Sato A, Mello G, & Frederico C. (2016)**. En su artículo de Investigación Científico “Análise de suscetibilidade considerando mapeamentos de inundação e deslizamento no correjo Dantas – Nova Friburgo”. Afirma que O objetivo deste trabalho é avaliar as zonas de vulnerabilidade, aplicando o software de modelagem hidráulica HEC - RAS, e o modelador SHALSTAB, neste caso o local de estudo foi em Corrego Dantas, localizado em Friburgo Nova, Rio de Janeiro região serrana, onde há ameaças de deslizamentos, transbordamentos e inundações, com essas ferramentas foi feito um mapeamento dos perigos mais recorrentes e catastróficos na área. Com o HEC - RAS, permitiu modelar as zonas de inundação mais contínuas, utilizando os mapas de altura e velocidade de fluxo, e com o SHALSTAB foram localizados os pontos críticos de instabilidade de taludes e combinando estas 2 ferramentas foi possível localizar as zonas com maiores perigos de vulnerabilidade, com isso foi demonstrada a eficácia do sistema para mitigação de ameaças naturais

como instabilidade, deslizamentos, avalanches ou transbordamentos de rios na área de estudo. **Jardinetti C, Gomes F, Carrascosa A, Dos Santos C, Marques B & Venancio A. (2016)**. En su artículo de Investigación Científico “Análise dos parâmetros e critérios adotados para a avaliação da vulnerabilidade de travessias dutoviárias pela ocorrência de onda de cheia gerada pela ruptura de barragens de terra”. Afirma en la Conclusión de acuerdo con la pesquisa realizada onde foram utilizadas 2 metodologias para analisar os parâmetros de vulnerabilidade das travessias de oleodutos onde podem ser danificados pelos movimentos das ondas onde ocorreria o rompimento das barragens, esta consistia no comportamento do ambiente físico onde análises complexas foram necessárias, e esta relação das duas metodologias integrou o ambiente físico de forma a compartimentar a área em unidades com maior e menor susceptibilidade aos inúmeros processos geológicos, hidrológicos, climáticos e terrestres e o modelo 2D hidrodinâmico onde o tamanho de as ondas inchadas foram estimadas de acordo com o trecho dos hidrogramas de enseada, pois este estudo permite a implantação do sistema construtivo adequado para evitar deslizamentos, deterioração da infraestrutura nas bacias do Ribeirão do Roque e Rio das Araras, onde pequenas e médias represas de m informal, não planejando adequadamente sua construção. **Bases Teóricas**, consideramos a los **Muros de contención**, Lucero, Pachacamac y Rodríguez (2012) nos indica lo siguiente: Siendo constante la inestabilidad de los suelos como problemas en los taludes, surge como solución los muros de contención, esto se está utilizando mucho en las diferentes construcciones, complementando nuevos materiales en donde resultan ser más eficaces para la estabilización de suelos, actualmente es más utilizados en edificaciones como viviendas en zonas donde los suelos son inestables (p.19).

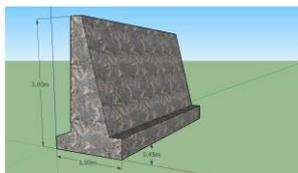


Figura 3: Muro de contención

Fuente: *José Calavera Ruiz - 2001*

Estructuras de contención, Según lucero, Pachacamac y Rodríguez (2012) concluye que: Los muros de contención es una gran alternativa para estabilizar los taludes, hoy en día debido al crecimiento de las construcciones, esto consiste en mejorar el suelo, que servirán de apoyo para mitigar los deslizamientos de los taludes, afín de realizar una edificación segura, estas estructuras permitirán mejorar las condiciones de las construcciones (p.16).

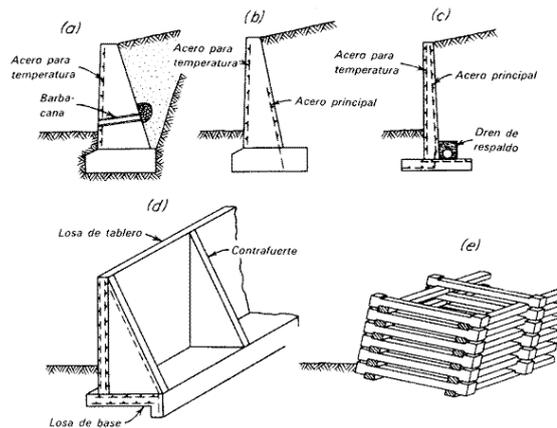


Figura 4: Estructura de muros de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Finalidad de las estructuras de contención, Según Torres (2008) nos indica que: La principal finalidad de las estructuras de contención es soportar enormes volúmenes de tierra, presiones, empujes y erosiones, actuando con su mismo peso haciéndole inamovible, con diferencia al suelo que si se desplaza a las fallas de topografías de diferentes tipos de movimientos (p.6).

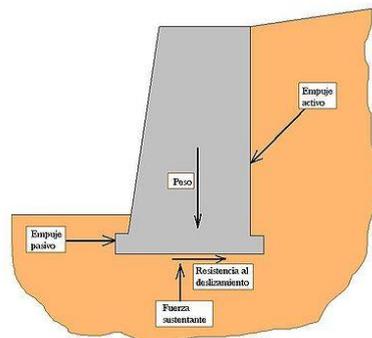


Figura 5: Finalidad de estructuras de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Falla de suelos, Según Torres (2018) nos dice lo siguiente: Los empujes producidos por la naturaleza, actividad humana o la topografía del terreno, provocan las fallas de los suelos, afectando la estabilidad del suelo (p.6).

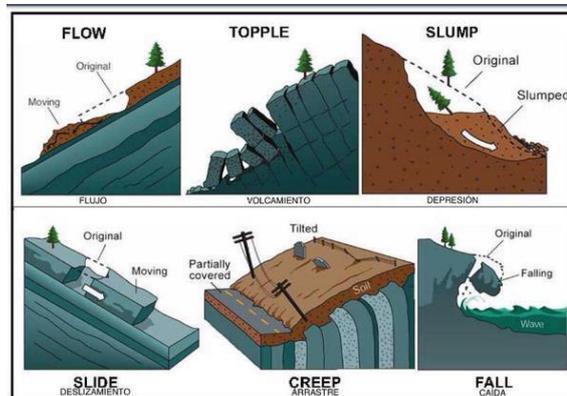


Figura 6: Fallas de suelo

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Estabilidad de talud, Según Geotecnia (2018) nos confirma que: Una de las principales alternativas para la estabilización del talud, es la construcción del muro de contención, con ello se evitará la vulnerabilidad, inestabilidad, deslizamiento y movimientos sísmicos, en donde no se permitirá las deformaciones del terreno, y será apto la protección y mejoramiento de talud (p.22).

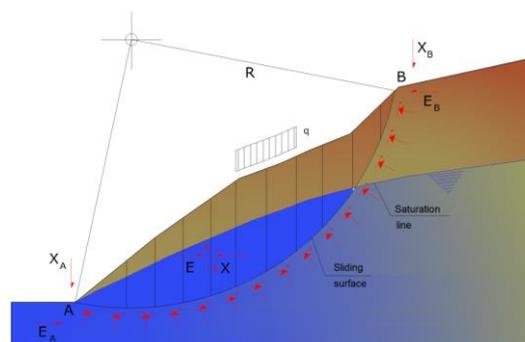


Figura 7: Estabilidad de talud

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Importancia del muro de contención, Según Geotecnia (2018) afirma lo siguiente: Es de vital importancia el muro de contención porque evitan el colapso del terreno o taludes conformado por suelos inestables, soportando enormes volúmenes de tierras, producto de desplazamiento por movimientos

natural o artificial, según la naturaleza del terreno se pueden optar por la construcción de muros en voladizos o muros contrafuertes (p.22).

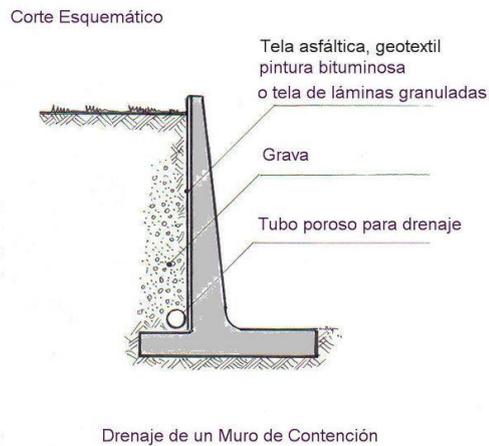


Figura 8: Importancia del muro de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Diseño de muros de contención, Según Rojas (2009) nos indica lo siguiente: De acuerdo a la zona de trabajo donde se presente inestabilidad del terreno, se realizará los estudios hidrológicos y geotecnia, con la finalidad de realizar el diseño del muro de contención en donde se preverá el tipo y sus componentes para el mejoramiento de la zona inestable (p.11).

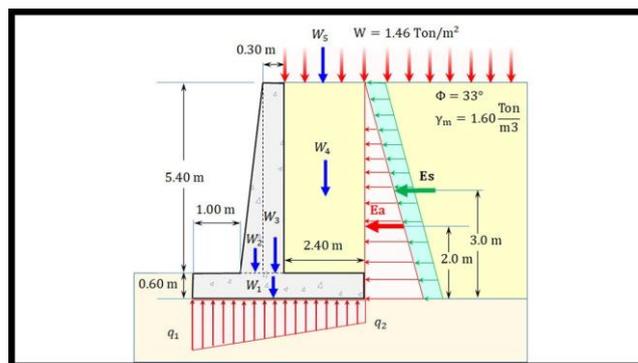


Figura 9: Diseño de muro de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Capacidad de estructuras, Según Rojas (2009) establece lo siguiente: Estos esfuerzos y momentos son originado por las diferentes presiones laterales y verticales de los suelos, deberán tener la capacidad de soportar

las estructuras a construir, además deben ser fiables ante desplazamientos o volcamientos del talud en lugar donde se realizará el proyecto (p.11).

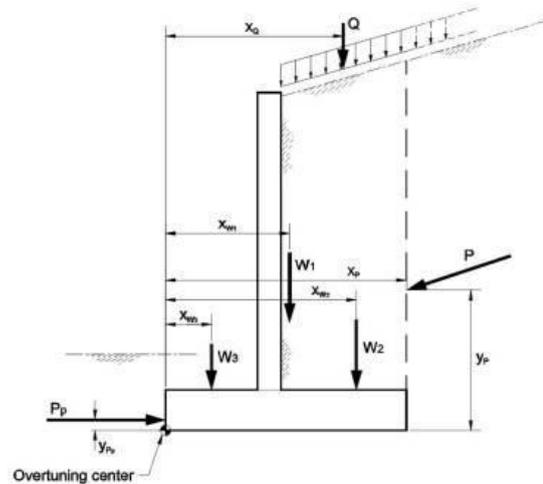


Figura 10: Capacidad del muro de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Consideraciones del muro de contención, Geotextiles (2019) concluye que: En la realización del diseño y construcción del muro de contención, deberán considerarse cimientos que soporten el peso del muro, sobre todo en los lugares inestables o vulnerables del proyecto o zona de estudio (p.12). Es de vital importancia investigar los terrenos en donde existen problemas del suelo o desprendimiento del suelo, para realizar la construcción del muro de contención, esto permitirá la estabilidad y seguridad de la zona, afín de construir edificaciones (p.13).

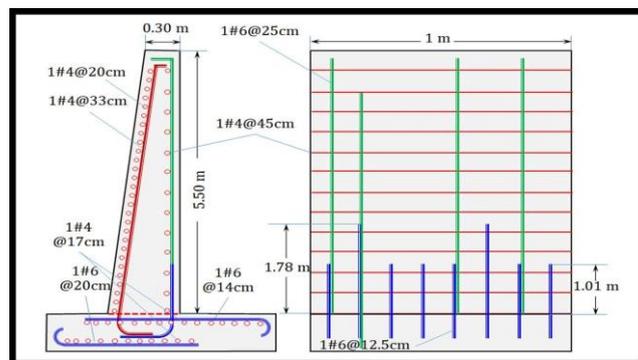


Figura 11: Consideraciones del muro de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Uso del muro de contención, Según composiciones (2018) nos indica que: Cada construcción de un muro de contención será de acuerdo a las necesidades que se necesite o de acuerdo a las experiencias dadas en otros proyectos, serán importantes porque beneficiara a los pobladores y ayudara mejorar el terreno productos de inestabilidad (p.26)



Figura 12: Uso del muro de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Estructuras de gravedad, Según Agustín (2016) nos indica lo siguiente: Están conformados estas estructuras de gravedad, por muros de mamposterías, hormigón o gaviones, tienen por finalidad proteger el suelo, soportando cargas de volúmenes de tierras producidos por la naturaleza o por el hombre (p.50).

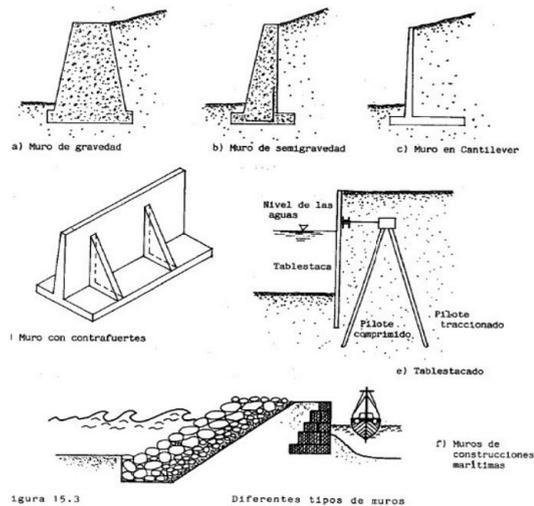


Figura 13: Tipos de muros de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Base de muros de gravedad, Según Agustín (2016). Nos indica lo siguiente: La base del muro de gravedad será de vital importancia en el diseño y construcción, porque en ello se evitará el volcamiento o caída del talud, además se tendrá en consideración en el diseño para evitar costos altos, es decir la construcción deberá ser acorde para cada tipo de suelo a mejorar (p.50).

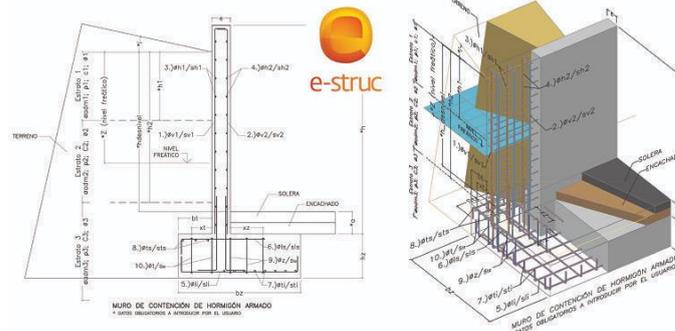


Figura 14: Cimentación del muro de contención

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Muros de Gravedad, Según geotecnia (2019) nos afirma que: La estabilidad del terreno se realizará con la construcción del muro de gravedad, porque con ello se conseguirá mejorar las tierras inestables, pero antes se debe estudiar el comportamiento del suelo, para diseñar las estructuras que soportaran el empuje del terreno (p.4)

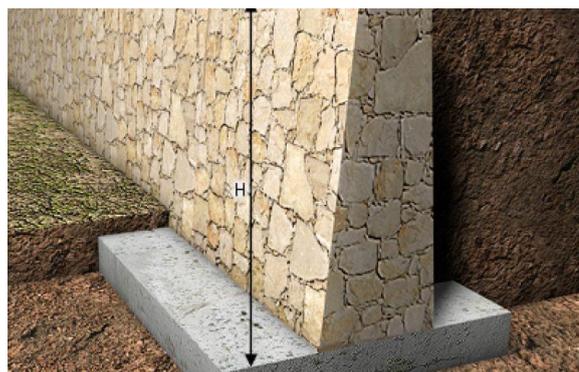


Figura 15: Detalle del muro de gravedad

Fuente: José Calavera Ruiz – 2001

Muros de gaviones, Según geotecnia (2019) afirma que: Estos están diseñados para estabilizar el talud, no llevan estructuras , solo están

conformados por jaulas de alambres en donde confinan piedras de 2" a 4", se utilizan como muros de gravedad, son económicos, tienen como desventaja la altura, quiere decir que no deben ser de grandes elevaciones y tampoco deben utilizarse como muros de encauzamientos en las zonas donde el caudal del río es enorme, debido a que el arrastre del caudal del río daña los alambres y esto permitiría una pérdida económica (p.3).



Figura 16:Detalle de muro de gaviones

Fuente: José Calavera Ruiz – 2001

Muros en voladizo, Según Manera y Sayago (2011) de acuerdo al análisis realizado concluye que: El sistema del muro voladizo está conformado o construido con concreto reforzado siendo su altura máxima 8 metros, teniendo como base una losa de concreto, para evitar desplazamiento y volcaduras, esta base es complemento para que el talud no sufra variaciones, este sistema es muy eficaz para estabilizar el suelo. (p.11)

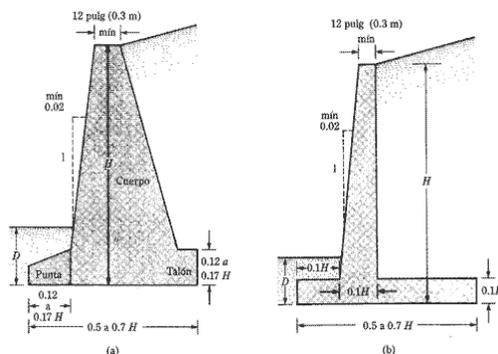


Figura 17: Muro Voladizo

Fuente: Revista ARQHYS

Muros con contrafuertes, Según construcción (2018) define que: Son similares a los muros voladizos, pero se diferencia porque sirven para alturas mayores a 8 metros, siendo eficaz debido a mayor altura las dimensiones del muro son mucho más grandes, y se complementa con un muro de pantalla en donde soportará volúmenes de gran magnitud de tierra o bloques se realizará la construcción, teniendo como espesores que fluctúan entre 30 a 50cm, siendo así una solución óptima para mitigar la inestabilidad del terreno. (p.34)

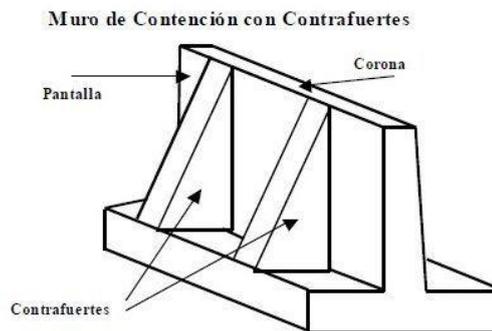


Figura 18: Muro con contrafuertes

Fuente: Ingeverso

Muros de bandeja, Según Villareño (2010) determina que: Este tipo de muro también es considerado eficaz y está dentro de los demás tipos de muros de contención, que sirven para estabilizar los suelos de los taludes en donde soportan inmensas masas de tierra, son consideradas en el diseño para alturas altas, pero por su costo de construcción que son elevadas, resultan ser complejos. (p.99)

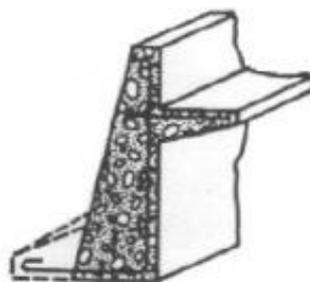


Figura 19: Muro de bandeja

Fuente: Enemon

Talud, Según Ugalde (2015) determina que: Es el terreno en pendiente con respecto al nivel del terreno horizontal, estos taludes son bloques de tierra en donde podemos determinar 2 tipos de taludes, siendo natural y artificial. (p.4)

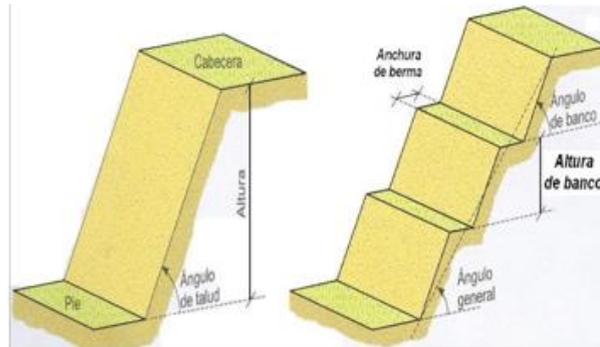


Figura 20: Talud

Fuente: José Calavera Ruiz – 2001

Estabilidad de talud, Según Geo ambientales (2019) Concluye que: Esto son ocasionado por problemas geológicos en el suelo, en donde los tipos de suelos son inestables, o también resultan dañados estos suelos por las lluvias torrenciales producto del cambio climático o actividades humanas, provocando la vulnerabilidad del suelo, para estabilizar los taludes existen varios tipos de sistemas constructivos de acuerdo al tipo de uso que se necesita para las construcciones. (p.26)

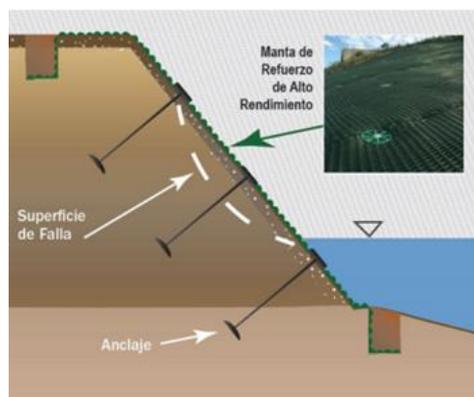


Figura 21: Estabilidad de talud

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Riesgos, Según Geo ambientales (2019) concluye, de acuerdo a su análisis que: El desprendimiento de volúmenes de tierra representa graves amenazas para el ser humano y las edificaciones construidas por el hombre, es de vital

importancia monitorear dichos problemas afín de prevenir estos problemas para reducir los riesgos geológicos (p.36)

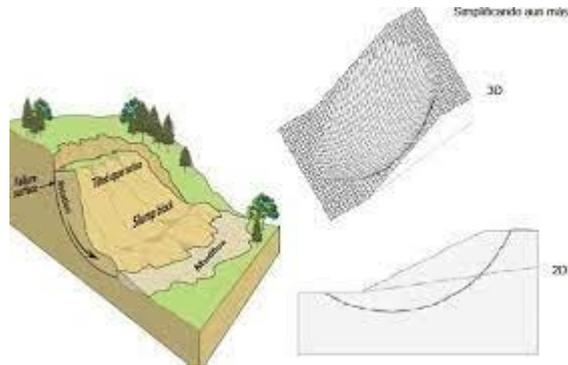


Figura 22: Riesgos

Fuente: José Calavera Ruiz – 2001

Caídas de bloque, Según Caliente (2010) define que: Son desprendimientos de bloques o volúmenes de tierras, producto de una inestabilidad del talud, en donde se produce en un solo evento, este problema ocurre por la falta de estructura de protección o estabilización (p.13)

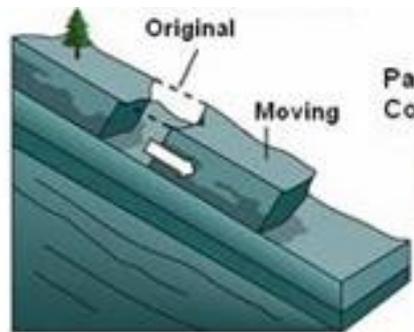


Figura 23: Caídas de bloques

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Inestabilidad de talud, Según Medioambiente (2018) concluye que: Estos problemas de inestabilidad ocurren por la falta de muros de contención que ayudaran a soportar volúmenes de suelos inestable provocados por desprendimientos de bloques de tierras o las intensas lluvias que afecta la zona (p.16)

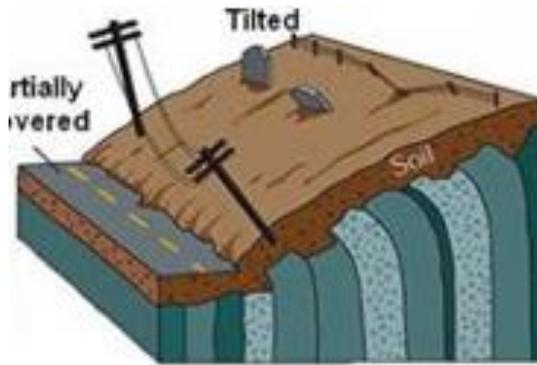


Figura 24: Inestabilidad de talud

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Inclinación de volteo, Según La Universidad Politécnica (2017) concluye que: Esto ocurre por tener un suelo inestable en donde los bloques de terreno rotan de atrás hacia delante, siendo los motivos el desprendimiento del terreno, estos vuelcos giran alrededor del punto fijo y su diseño debe contemplar la continuidad de acuerdo a su orientación (p.19)



Figura 25: Inclinación de volteo

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Desplazamiento, Según Angelones (2010) concluye, de acuerdo a su análisis que: Es cuando el volumen del terreno sufre una alteración separándose de su estado natural denominándose desplazamiento, esto ocurre de forma natural o artificial (p.4)



Figura 26: Desplazamiento

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Deslizamiento, Según Geomorfología (2018) determina que: Son desprendimientos de enormes volúmenes de tierra, afectando los taludes en donde provocan inestabilidad del suelo, para ello se necesita realizar diseño acorde para estabilizar la zona, para realizar las diferentes edificaciones como casas o carreteras (p.55)



Figura 27: Deslizamiento

Fuente: José Calavera Ruiz - 2001

Erosión, Según Castañón (2009) nos indica que: Esto es ocasionado productos de los caudales del río o las épocas de invierno, en donde la humedad origina el desprendimiento del talud provocando que esto se erosione, debiéndose actuar de inmediato tomándose medidas para mitigar estos problemas y no generar consecuencias de grandes magnitudes (p.128)

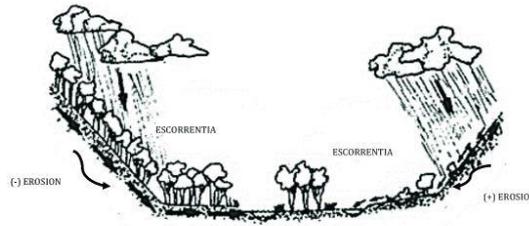


Figura 28: Erosión

Fuente: Montoya

Humedad, Según Valverde (2010) concluye que: Las precipitaciones pluviales es la causa de humedad en los suelos, en donde provoca cambios en la estructura de los suelos, provocando que sea menos resistente, porque los contenidos de agua saturan al suelo haciendo que pierda su consistencia y resistencia del terreno. (p.12)



Figura 29: Humedad

Fuente: Montoya

Malla metálica. Según Grattz & Diego (2016). En la investigación que realiza, analiza los factores determinantes que se necesitan para el diseño de las mallas, para la protección o estabilización de terrenos inestables. determina que: De acuerdo a la evaluación realizada a cada metodología de diseño durante la etapa preliminar, se concluyó en que se necesita desarrollar una metodología de cálculo en donde refleje la forma más apropiada para la estabilidad natural de los taludes, en ello se determinara los cambios de seguridad del terreno una vez instaladas las mallas metálicas, este planteamiento es el objetivo específico como metodología para desarrollar

técnicas de estabilización de taludes con rocas seleccionados y mallas metálicas. (p.47).



Figura 30: Mallas metálicas

Fuente: Montoya

Deformaciones del terreno, Según Sepúlveda (2011) de acuerdo a su análisis determina que: Las deformaciones del terreno o del suelo se dan por los sismos, estos fenómenos producen ondas de gran magnitud modificando o alterando el talud, ocasionando desprendimiento del suelo (p.8).

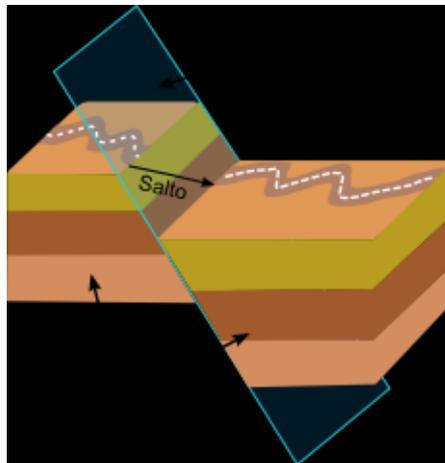


Figura 31: Deformaciones del terreno

Fuente: Montoya

Análisis de estabilidad sísmica, Según Geotecnia (2018) concluye lo siguiente: Los análisis de estabilidad sísmica del talud o de los suelos, se realizan continuamente con supuesto secos y saturados en donde mejora las condiciones según sus dimensiones, para evaluar la estabilidad del talud o

para estimar el movimiento del talud, estos en la práctica fallan las pendientes en la forma tridimensional, porque los suelos son insaturados (p.6)

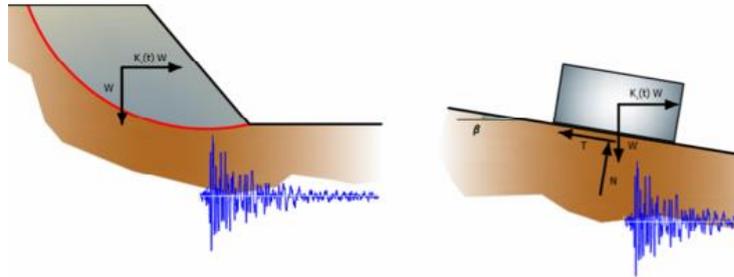


Figura 32: Estabilidad sísmica

Fuente: Montoya

Efecto tridimensional, Según Geotecnia (2018) establece que: El efecto tridimensional es esencial porque en ello se produce soluciones más acertadas en donde se analiza la estabilidad del talud, por lo tanto, siempre debe ser considerado (p.5)

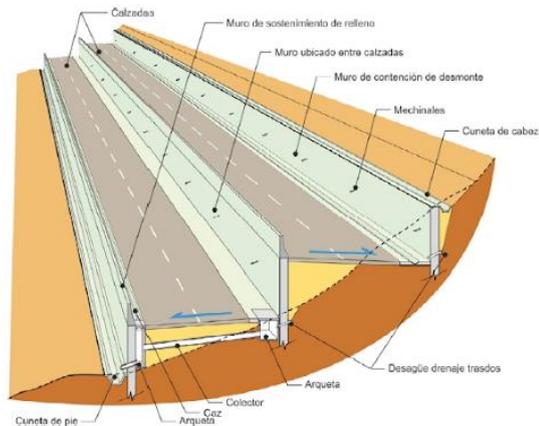


Figura 33: Efecto tridimensional

Fuente: Montoya

Desplazamiento sísmico, Según Viejo (2016) de acuerdo a su análisis determina lo siguiente: Uno de los sistemas adecuado para determinar el desplazamiento sísmico es el método bloque deslizante de Newark, mediante ello se plantea un análisis entre la masa del talud y un bloque rígido que se desplaza por un plano en pendiente (p.3)

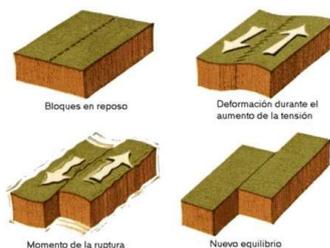


Figura 34: Desplazamiento sísmico

Fuente: Montoya

Curvas envolventes, Según Viejo (2016) después de haber analizado concluye que: Una de la forma para evitar los desplazamientos del talud es utilizar las curvas envolventes, para ello se necesita realizar el diseño apropiado considerando los efectos sísmicos (p.3)

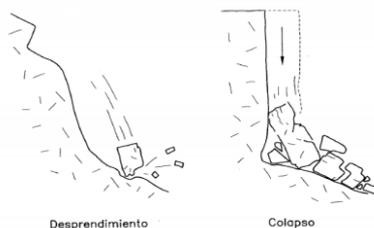


Figura 35: Desprendimiento de talud

Fuente: Montoya

Aspectos geológicos, Según Valladares (2015) reafirma los siguiente: Estos problemas se presentan por la construcción de edificaciones en zonas vulnerables productos de inestabilidad del terreno en donde pueden ser grandes magnitudes los deslizamientos (p.8)



Figura 36: Geografía del talud

Fuente: Montoya

Cargas externas, Estas cargas son originadas por las intensas lluvias producto de las alteraciones climáticas, donde modifica el suelo produciendo inestabilidad exponiendo a diferentes deslizamientos del talud.

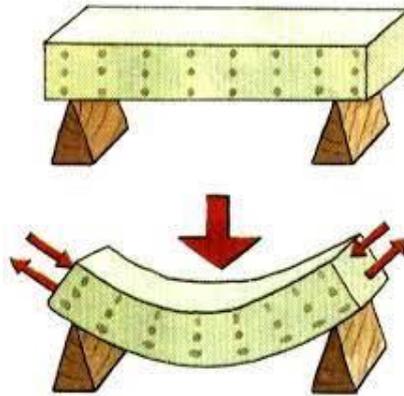


Figura 37: Cargas externas deforma el talud

Fuente: Montoya

Excavaciones, Es importante las excavaciones siempre en cuando su finalidad sea el de mejorar el área o la zona donde se realizará una edificación para la sociedad, dentro de ello se podrán observar los tipos de suelo que se presentaran, afín de mejorarlo con la construcción de muros de contención para estabilizar el talud.

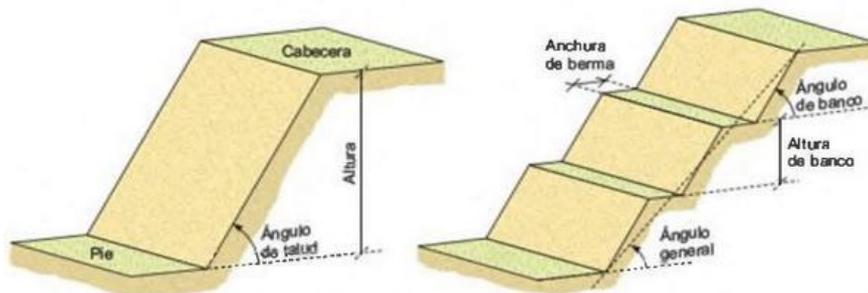


Figura 38: Tipo de excavaciones en talud

Fuente: Montoya

Como **Enfoques conceptuales,** consideramos al **Muro de Encauzamiento** Según López L., concluye que: Son estructuras que tienen por finalidad el encauzamiento del río en sus límites según las condiciones de diseño

preestablecidas como el ancho, tirante, remanso, asimismo sirven como protección de la ribera del río y protegen la ventana de captación, este sistema de estructura puede construirse en concreto armado o simple, sus dimensiones serán de acuerdo al requerimiento para controlar los desbordes de los ríos producto del caudal excesivo. (p.24)



Figura 39: Muro de encauzamiento

Fuente: Montoya

Deformaciones, Considerando los ensayos de los materiales según el manual del MTC publicado en el 2016, determina lo siguiente: Son los cambios de la estructura provocados por los esfuerzos externos u otras fuerzas en donde se aplican, deformando la zona (p.164).

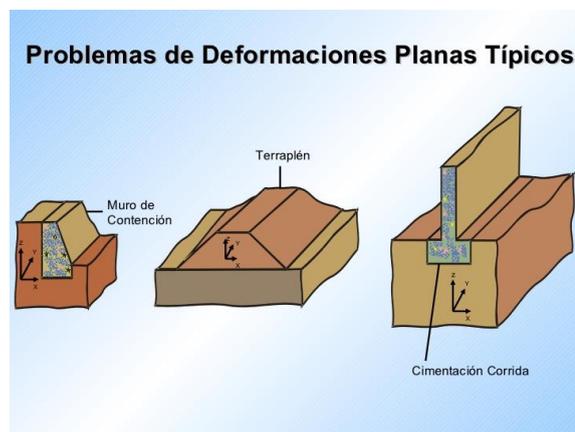


Figura 40: Deformaciones

Fuente: Montoya

Asentamiento del Suelo, Considerando los ensayos de los materiales según el manual del MTC publicado en el 2016, concluye que, toda deformación de forma vertical en un área del suelo, provoca por cargas en el exterior por el peso mismo del suelo que lo conforman (p.166)



Figura 41: Asentamiento de suelos

Fuente: Montoya

Corte Directo, Considerando los ensayos de los materiales según el manual del MTC publicado en el 2016, afirma que: Es la resistencia que opone al corte en una zona del suelo, para realizar un ensayo en donde arrojará valores que determinara la resistencia del suelo (p.169).



Figura 42: Corte directo

Fuente: Montoya

CBR, Considerando los ensayos de los materiales según el manual del MTC publicado en el 2016, concluye para realizar el ensayo debe estar preparado el suelo, además debe considerarse las condiciones propicias de humedad y densidad, todo ello deberá ser tomadas del terreno en donde se realizará el proyecto (p.250).



Figura 43: CBR

Fuente: Montoya

Permeable, Según RNE indica en su normativa CE – 020 Suelos, determina lo siguiente: Es la fluidez del agua por donde transita, quiere decir por los poros y discontinuidades del suelo, en donde se realizó el mejoramiento (p.7).

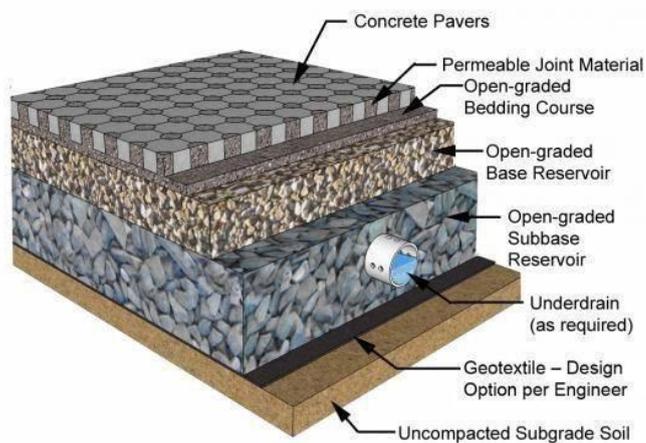


Figura 44: Permeable

Fuente: Montoya

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo a la investigación realizada se determinó que es aplicada

3.1.2 Diseño de investigación

Diseño de investigación es experimental

3.1.3 Nivel de investigación

Considerando el estudio determino el Nivel de investigación que se realizó de forma explicativo

3.1.4 Enfoque de la investigación

Enfoque de investigación cuantitativa

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

Según Fernández & Baptista (2010) determina de acuerdo a su análisis que:

Son susceptibles de acuerdo a los cambios que se dan en el desarrollo de la investigación, siendo expuestas a cambios o manipulación de gran consideración en la experimentación durante los análisis en búsqueda para solucionar los problemas (p. 2)

3.2.2 Variable independiente

Diseño hidráulico y estructural

3.2.3 Variable dependiente

Estabilización de talud

3.2.4 Operacionalización de variables

Título: “Diseño Hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Independiente: V1. Diseño hidráulico y estructural	El diseño hidráulico y estructural tiene por finalidad de captar o encauzar el volumen del agua o las corrientes de ríos a través de estructuras de concreto reforzados con fierros para estabilizar los taludes (Fernández 2015, p.21)	En el muro de encauzamiento que se va diseñar serán de dos tipos, muro en voladizo y enrocado, que cumplirán con parámetros de diseño para mitigar los problemas de esta investigación.	1. Diseño de muro voladizo	1. Durabilidad 2. Resistencia	Cuantitativa de razón
			2. Diseño de enrocado de talud	1. Rocas 2. Flexibilidad	Cuantitativa de razón
Dependiente: V2. Estabilización de talud	La estabilización de talud es cuando se mejora el suelo a través de muros de estructuras (Ugalde, 2015, p.3)	La estabilidad de talud quedara firme y estable con la colocación de estructuras apropiadas, con ello evitaremos los deslizamientos, volcamientos y avalancha de taludes	1. Volcamiento de talud.	1. Cargas geológicas del suelo 2. Deformación del terreno	Cuantitativa de razón
			2. Avalancha de taludes	1. Erosión 2. Socavación	Cuantitativa de razón Cuantitativa de razón
			3. Deslizamiento de taludes.	1. Cargas externas del suelo 2. Humedad	Cuantitativa de razón Cuantitativa de razón

FUENTE: ELABORACION PROPIO DEL AUTOR

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1 Unidad de análisis

Nuestra unidad de análisis será el diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento por ser el objeto principal de estudio.

3.3.2 Población.

La población son las personas de la villa residentes de la central hidroeléctrica san Gaban.

3.3.3 Muestra.

La muestra es el diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento de la Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.

3.3.4 Muestreo

Los muros que se va a diseñar determinan que el muestreo será no probalístico de acuerdo a la zona donde se diseñará debido a los diferentes taludes que cuenta la zona.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas serán las observaciones y las pruebas de laboratorio, y de acuerdo a ello se realizará el diseño del muro de encauzamiento.

3.4.1 Validez

Las fichas de validación firmadas por especialistas validaran esta tesis por los conocimientos que cuentan y con ello quedara validada esta investigación.

3.4.2 Confiabilidad

La confiabilidad será eficaz cuando los ensayos y pruebas se hayan realizado con equipos calibrados, y se acreditará con certificación de una empresa acreditada en inacal.

3.5 Procedimientos

Para realizar el diseño del muro se hizo el estudio del suelo, para determinar sus características geotécnicas para que en base a ello nos determinara datos precisos, para posteriormente realizar los cálculos y establecer la capacidad admisible del terreno, arrojando buenos resultado y apropiado para el diseño del muro de contención.

3.6 Métodos de análisis de datos

El esquema indiferencial es el método de estudio que tuvo por análisis, esto conlleva a tener una validez eficaz en la investigación en donde no se vulnera los parámetros de estudio para serlo más confiable, en los resultados se considera los parámetros de costo.

3.7 Aspectos éticos

De acuerdo al estudio se obtuvieron datos en donde se nos facilitó la investigación, esto nos sirvió de gran ayuda en el desarrollo de la investigación, resaltando 2 valores importantes:

3.7.1 Respeto

Es de vital importancia el respeto que se aplicó en la investigación

Este valor fue muy importante en la investigación, porque se basó en el respeto del proyecto y los pobladores de la zona, que fueron parte del estudio, además el uso de las fuentes fue de fuentes confiables, en donde se respetó su autoría.

3.7.2 Honestidad

Este aspecto de ser honesto se aplicó en este proyecto para mantener el orden, autor y año que fueron determinante para esta investigación, con ello se pudo realizar una investigación más profunda por ser más ético.

IV.- RESULTADOS

4.1 Ubicación del proyecto



Figura 45: Ubicación Región de puno

Fuente: Google Maps

4.1.1 Vías de acceso

El ingreso es por la vía denominado interoceánica tramo 4 que se interconecta con el pueblo de Juliaca, en ese sector se conecta con el pueblo de macusani, posteriormente en ese trayecto, también se conecta con el distrito de Ollachea, todo ello asfaltada, llegando así al sector chuani en un promedio de 20 minutos en la misma trayectoria de interoceánica, situándose ese lugar la C.H. San Gaban II, en donde se hará el estudio.

4.1.2 Ubicación de la Central Hidroeléctrica San Gabán II

La Hidroeléctrica San Gabán II, situada en la Región Puno, teniendo a Carabaya como provincia, siendo Ollachea el distrito y la Pampa Chuani como localidad, siendo su altitud de 2,220 m.s.n.m., y su clima cálido y húmedo, presentando lluvias de consideración en los meses de diciembre a marzo.



Figura 46: Plano de ubicación

Fuente: Google maps

4.1.3 Límites

Por Norte: Distrito de San Gabán

Por Oeste: Región Cuzco.

Por Sur: Distrito de Corani.

Por Este: Distrito de Ayapata.

4.2. Levantamiento Topográfico

4.2.1 Generalidades

Esta actividad consiste en conocer las características diferentes de la superficie del suelo o zona de trabajo, para la elaboración del plano topográfico en donde facilite las proyecciones y planteamiento del diseño del proyecto “Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Hidroeléctrica San Gabán II – Puno”.

4.2.2 Topografía del terreno

Los trabajos topográficos es el principal objetivo de este estudio, para determinar las dimensiones del terreno siendo ello natural o

artificial in situ precisaremos los detalles del estudio. “Diseño Hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Hidroeléctrica San Gaban II – Puno”.

4.2.3 Movimiento del personal

Era obligatorio el traslado del personal y equipos de topografía, para este proyecto desde la ciudad de Juliaca hacia el distrito de Ollachea y posteriormente llegar al centro poblado de Chuani, lugar donde se encuentra ubicado la central hidroeléctrica, en donde se realizó el levantamiento topográfico, abarcando 2 días calendarios en su culminación.

4.2.4 Equipos y personal calificado

- a) Estación topográfica
- b) 02 elementos prismas
- c) 04 equipos celulares
- d) 01 laptop marca Hp
- e) 01 profesional en topografía
- f) 01 profesional de equipo (técnico)
- g) 02 peones

4.2.5 Software para el procesamiento de datos

- Software geotécnico GEO5: Diseño de Muros de contención
- Software Excel: Cálculos y gráficos
- Programa AutoCAD 2020: Se procesan datos topográficos
- AutoCAD 2021: Diseño de Planos.
- Google Earth: Determina la trayectoria del río San Gaban

4.2.6 Detalle de trabajos in situ

4.2.6.1 Primera etapa

-  Recopilación de información para los cálculos.
-  Inspección de la zona de estudio.

4.2.6.2 Distribución de trabajo in situ

- ✚ Ubicación del partida inicial y determinación de coordenadas satelital para ubicar la estación E-01 y verificar la altura para el levantamiento topográfico del área de trabajo.
- ✚ Colocación de cada 500 metros para la ubicación del BMS
- ✚ Descarga de datos topográficos donde se determinó los puntos.

4.3 Estudio Hidrológico

Esta parte de la villa a sufrido una socavación importante en la margen derecha del Rio, al haberse registrado un caudal máximo extraordinario, dicha socavación se muestra en la siguiente fotografía.



Figura 47: Lugar de socavación

Fuente: Empresa j&c ccsrl.

Con este estudio se determina la ubicación del muro de encauzamiento, el que permitirá proteger a la Villa de Residentes de un caudal máximo extraordinario.

4.3.1 Características hidrológicas de la zona

Siendo Puno como localidad de estudio, teniendo a Carabaya, como provincia y a Ollachea como distrito, específicamente se encuentra en la Selva de la región Puno, siendo 2,260 m.n.m. como altitud, posee clima cálido y mucha humedad, presentando intensas lluvias los meses de diciembre a abril.

4.3.2 Información pluviométrica en la zona

Se cuenta con registros de precipitaciones por parte de SENAMHI en la Estación de Ollachea ubicado a 2,850 m.s.n.m. y una distancia de 20 Km de la zona de estudio y la Estación de Macusani, ubicado a 4,331 m.s.n.m. y una distancia de 55 km de la zona de estudio. En la estación de Ollachea se ha registrado una precipitación promedio anual de 1,243.99 mm, alcanzado una máxima precipitación anual de 2,593.40 mm durante 1,981. En la estación de Macusani se ha registrado una precipitación promedio anual de 715.62 mm y una precipitación máxima anual de 1,278.52 mm en el año 1,988.

4.3.3 Información de caudales en la zona.

Se cuenta con un registro de caudales promedio por parte de SENAMHI, en las estaciones de Ollachea y la Estación de Camatani este último ubicado a 4 km de la zona de estudio, también la EGESG S.A, cuenta con un registro de caudales máximos instantáneos ubicado en la Villa Chuani, cuyo registro data desde el año 2,020. En la estación Ollachea y Camatani, solo se cuentan con caudales promedios, indicando que los máximos registrados son de 120.41 m³/s y de 117.88 m³/s respectivamente. Al ser de nuestro interés los caudales máximos instantáneos de cada año, los indicamos a continuación:

Tabla 1: Caudales máximos instantáneos 2011 - 2020

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MAXIMO
2011	170.25	151.94	196.96	0.00	34.42	17.65	16.24	17.63	17.22	22.88	34.61	97.69	196.96
2012	250.00	179.08	143.47	95.13	26.29	17.96	26.93	19.67	27.45	47.84	60.00	97.69	250.00
2013	281.58	190.25	162.66	256.43	34.42	17.57	14.39	19.97	15.32	16.60	20.49	56.90	281.58
2014	236.68	162.40	90.26	47.96	37.21	21.07	21.03	22.55	14.59	22.85	25.77	56.54	236.68
2015	115.20	276.24	184.60	76.06	19.11	13.62	13.38	12.83	16.51	21.97	35.00	58.82	276.24
2016	195.44	170.04	123.74	119.50	25.40	13.31	12.85	14.91	11.95	33.20	54.36	182.74	195.44
2017	146.72	114.85	122.01	84.94	26.54	13.13	12.63	14.77	12.95	17.71	22.33	92.00	146.72
2018	173.70	153.62	152.04	44.42	20.76	12.39	10.60	13.41	14.38	25.00	24.00	126.00	173.70
2019	135.06	206.94	150.86	47.16	21.11	13.42	15.44	9.89	13.47	26.50	50.96	110.86	206.94
2020	418.10	185.40	108.08	84.54	23.28	12.52	17.50	12.62	19.76	17.09	18.60	97.69	418.10

Fuente: Empresa j&c ccsl.

Del cuadro anterior se puede observar que el caudal máximo registrado es del año 2,020 con un valor de 418.10 m³/s y es en este año donde se ha producido la socavación de río y la que ha dañado parte del camino de la zona sur.

4.3.4 Características topográficas de la zona

Se ha evaluado el río San Gabán, desde el Puente ubicado al ingreso de la Villa Chuani, donde se ubicó la progresiva 0+00, hacia aguas arriba hasta la progresiva 0+500 ubicado antes del barraje móvil, como se muestra en los planos topográficos. Como resultado se determinó el tramo crítico en donde se encuentra en la curva del margen izquierdo del río, entre las progresivas 0+280 a la 0+380, además en dicho tramo se tiene una pendiente importante del orden de 0.0451 m/m. La zona que ha presentado problemas de socavación con la máxima avenida del 2,011 se encuentra entre las progresivas 0+310 a 0+340.

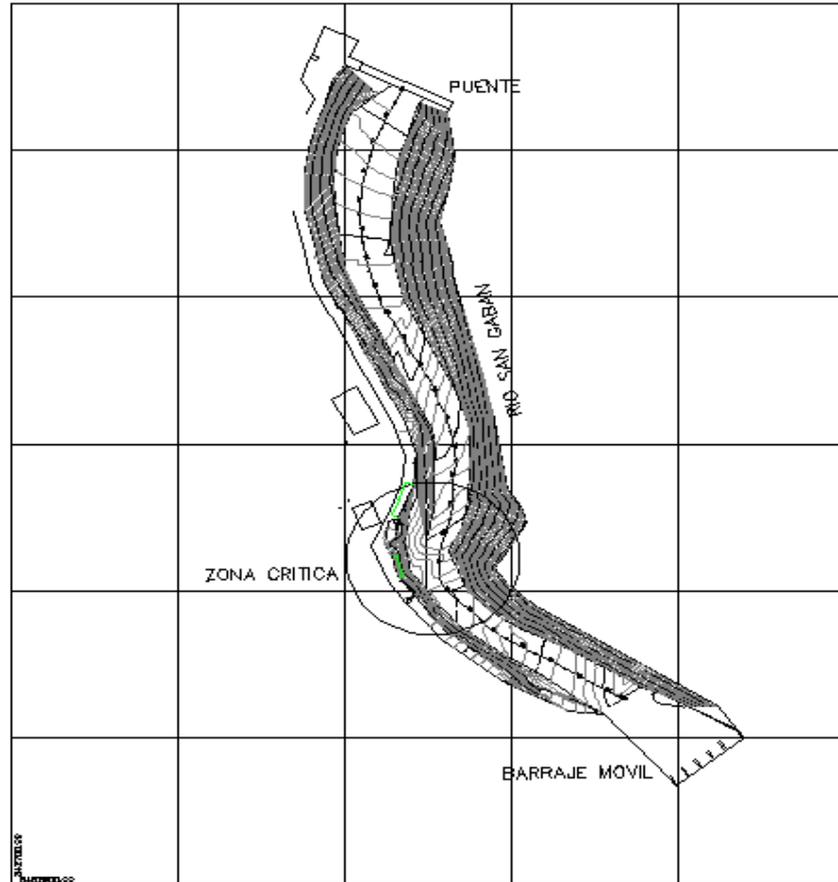


Figura 48: Vista mostrando tipo de lecho del rio San Gaban

Fuente: Elaboración propia

De las características topográficas en la zona de estudio, es evidente que con un caudal extraordinario sumado a una pendiente fuerte y la ubicación de la curva se produciría socavación general en el fondo del rio y una erosión importante en las paredes aledañas al rio.

4.3.5 Geología muro de contención

4.3.5.1 Estudio y alcances

El presente estudio tiene como objetivos y alcances:

- a) Tener conocimiento geológico y geotécnico total de la zona de estudio, efectuando los detalles geológicos regionales con la información de INGEMMET como información de base, respaldado con datos in situ, identificando los estudios geológicos donde afloran y

determinando su tipo de terreno, con finalidad de dirigir trabajos puntuales de geotecnia y geología de la zona.

- b) Realizar la investigación del subsuelo del terreno destinado para el proyecto.
- c) Realizar los trabajos de geología y geotecnia de la zona, puntualmente la zona donde se realizará la estabilidad y las obras de edificación en la zona del proyecto, para lo cual se realizaron mapas geológicos de la zona.
- d) Ejecutar la evaluación geotécnica y geológica del estudio, en base a la estratigráfica secuencial, datos geológicos, orientación, potencia y revisión de las capas sedimentarias; determinación de los tipos de suelos y/o rocas, problemas, puntualización de suelos determinando el tipo y potencia.

4.3.5.2 Método de trabajo

Se realizaron trabajos de geología, teniendo en consideración los trabajos de campo y de gabinete, para el cumplimiento del estudio y los métodos utilizados fueron geotécnica y geológica.

Estas investigaciones se han realizado explorando el campo firme en su excavación y obteniendo muestreo de calicata en la trayectoria, con el objetivo de determinar las variedades de elementos encontrados en zona de estudio, con el objetivo de establecer las condiciones que garanticen la adecuada estructura. Estos ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete, permitieron deducir la estratigráfico como perfil de estudio en el área y sus parámetros de resistencia, necesarios para definir las condiciones de las edificaciones proyectadas.

4.3.6 Geomorfología

4.3.6.1 Geomorfología Regional

Regionalmente, la zona del estudio tiene como unidad geomorfológica mayor a la Cordillera Oriental.

4.3.6.2 Geomorfología Local

En forma local las características geomorfológicas también son bien definidas:

Se puede decir que los estudios topográficos andino confirmo el afloramiento de suelos y rocas paleozoicas próximas a la zona del estudio, la tectónica, la acción de los agentes erosivos, y la glaciación han permitido configurar su expresión en la superficie actual, que no es más que una constante de las geoformas existentes en la zona, repitiéndose con singularidad entre las diferentes localidades de la micro cuenca. De los depósitos de material aluvial y coluvial que conforman, se desprende que ellas se han producido por el relleno parcial de cuencas relativamente cerradas; uno de los modeladores del área es el río San Gaban, con aporte de los procesos geodinámicos.

4.3.6.3 Relieve

De acuerdo al estudio del relieve del área del estudio, se entrelaza en torno río San Gaban, emplazada en la formación Ananea, donde se imprimen características definidas por el material transportado.

4.3.6.4 Valle

La geomórlogia del valle en donde se encuentra el río San Gaban con amplitud (por encima a 1000 m.), cuya zona están conformados por afloramientos y aluviales en la formación Ananea con pendientes pronunciadas en ambas márgenes.

4.3.6.5 Río San Gaban

Aparece como un colector de la zona, recibe los aportes de los cursos del valle, sumándose los aportes de las quebradas emplazadas a lo largo del curso de los mismos. El río determina una considerable pendiente recta, manifestando las erosiones, transporte y la acumulación del área fluvial, apreciándose bolones y cantos, con indicadores de arrastre de mucha consideración del río en épocas de avenida.

4.3.6.6 Llanura de Inundación

Conformado en la margen derecha por algunos tramos, mostrándose como una llanura del río San Gaban, que conforma un llano de depósitos aluviales con una ligera inclinación, en donde aprovechara el hormigón de la zona.

4.3.6.7 Aluviales de Terraza

Estos son antiguos depósitos y se ubican en las márgenes del río San Gaban, conformados por gravas y arenas, con abundante guijarros, limos y arenas grava, donde predomina en la superficie las arenas limosas que alcanzando potencias con variaciones entre 0.20 a 2.40 m.

4.3.6.8 Aluviales de Cauce

Son depósitos en donde están asociados a la trayectoria del río, existiendo importantes cantidades de guijarros y gravas, que representan en su composición bolones y cantos, sirviendo así de cantera los materiales agregados en el procedimiento constructivo, previo a un proceso de chancado o selección.

4.3.6.9 Drenaje

El río San Gaban es el mayor colector de la zona, mostrando un desarrollo variado, que en suma depende de sus

pendientes registradas en cada zona o tramo. Es la principal unidad que influye en las áreas del sistema, se sitúa en la margen derecha de la Villa de residentes, esto es originario de la desglaciación de los hielos en los andes, aumentando así su caudal por vertientes, quebradas, ríos receptores y los manantiales que distribuyen a lo largo de su desarrollo.

4.3.6.10 Geodinámica

Considerando la Geodinámica exterior al área, el suelo de la zona de estudio es evolutivo, debido a que no puede haber deslizamiento de rocas más profundas, tampoco aludes de rocas, mucho menos huaycos de gran magnitud, considerándose firmes, en forma localizada existen algunos agentes erosivos controlables:

4.3.6.11 Estabilidad de Taludes

4.3.6.11.1 Sistema de Captación

En la margen izquierda se emplaza una terraza aluvial, la que requiere ser estabilizada, que es materia del presente trabajo, donde la estabilidad natural, al ser perturbada por cortes, infiltraciones, materiales de saltación, etc.,

La zona de estudio requiere ser estabilizadas al haber sido perturbado por la erosión del pie de la terraza, donde se registró deslizamientos leves, considerando la necesidad de realizar la estabilización de la zona.

4.3.6.11.2 Características Hidrogeológicas

Siendo moderado el régimen, porque se alimenta de aguas a través de filtraciones de zona más altas, trasladando como flujos de manera interna, constituyéndose aguas del subsuelo o subterráneas, formando así como parte de la cuenca su dinámica y

estructura, su fuente más importante es el río San Gaban, y las quebradas, aguas arriba, las que se encuentran en niveles más altos, infiltrando sus aguas en su discurso, tienen un régimen irregular, representan las reservas de recarga

4.3.7 Estratigrafía y Litología

4.3.7.1 Formación Ananea (SD - a)

Su litología en general está formada por el dominio de pizarras y filitas fuertemente deformadas, con intercalaciones de cuarzo a manera de vetillas, en algunos tramos nuestras areniscas cuarzosas, presenta una erosión irregular que determinan superficies bien contorneadas. Se encuentra emplazada en ambas márgenes de la zona del proyecto.

4.3.7.2 Depósitos Cuaternarios

4.3.7.2.1 Depósitos Aluviales (Qr-al)

Se emplaza en forma masiva en ambas márgenes del río San Gaban, comprenden gravas, arenas y limos de poco espesor (menor a 1.8m en promedio). En forma general, estos forman parte de las canteras de la zona, transportando así, materiales como arenas y gravas, con intercalados con rodados, estratificada en su estructura, en donde dominan, los suelos haciéndose permeables hasta impermeables.

4.3.7.2.2 Depósitos Fluviales (Qr-f)

Se emplazan básicamente en el fondo y riberas del río San Gaban, y las pequeñas quebradas del lugar, constituidas por gravas, arenas y limos de diferente composición, con presencia de clastos mayores el discurso del río.

La zona de estudio se ubica paralelamente al río san gaban, así mismo se realizaron calicatas en donde se identificó la zona donde se estabilizara el talud, la primera calicata se denominara C-1 siendo esto considerada para los efectos de los cálculos del primer tramo del estudio, y C-2 como calicata 2 para el tramo 2, C-3 como calicata 3 en donde será aceptado para el tramo 3, estas calicatas se trabajaron en la trayectoria de la zona de estudio donde se estabilizara el talud, para evitar la socavación producto del río san gaban.

Habiendo identificado la zona crítica de la trayectoria del talud en donde se produjo la socavación del talud, se realizó el estudio el suelo, sus secciones a través del trabajo topográfico, para determinar si se instalara gaviones o muros voladizos para el mejoramiento de la infraestructura de la central hidroeléctrica san gaban II.

4.3.7.3 Tramo 1: Progresiva 0 + 280 ml - Progresiva. 0 + 290 ml calicata C-1

En este tramo se tiene 0.15 m. de estrato como de fondo, constituyéndose elementos como relleno conformando por la arcilla, grava gris y suelo orgánico. De compacidad muy bajo obteniéndose como humedad de bajo contenido. En profundidad de 0.15 m. a 1.50 m. se visualiza una estratigrafía de limo inorgánico de baja resistencia, amarillo siendo su color intenso, teniendo como mezcla 23.80% de arena gruesa y arena fina de 15.54% siendo los fragmentos de la roca de 1/2". Encontrándose de baja resistencia y una humedad muy elevada teniendo 1.765tn/m³ como peso específico y 32° como ángulo de fricción interna del terreno, y Nc = 44, Nq = 28, Ny = 25. como capacidad de carga, y C = 0.05 kg/cm² de cohesión del terreno.



Figura 49: Vista de ubicación de calicata C-1

Fuente: Elaborado por EGESG S.A.

4.3.7.4 Tramo 2: Progresiva 0 + 320 ml - Progresiva. 0 + 340 ml calicata C-2.

En este tramo presenta una estratigrafía con una profundidad de 0.60 m., material orgánico, gravas y arcilla. Siendo bajo su compacidad y la humedad muy por debajo siendo esto 0.60 m. hasta 1.50 m. como profundidad y en la segunda estratigrafía lo conforma por el material como limo inorgánico de muy baja resistencia, siendo amarillo su color, en cuya mezcla se tiene 23.80% como arena gruesa hasta 15.54% como arena fina contando con fragmentos de rocas de tamaño de $\frac{1}{2}$ ". Encontrándose de baja resistencia y una humedad muy elevada teniendo 1.765tn/m³ como peso específico y 34° como ángulo de fricción interna del terreno, y $N_c = 58$, $N_q = 42$, $N_y = 40$. como capacidad de carga, y $C = 0.05$ kg/cm² de cohesión del terreno.



Figura 50: Vista de ubicación de calicata C- 2

Fuente: Elaborado por EGESG S.A.

4.3.7.5 Tramo 3: Progresiva 0 + 370 ml - Progresiva 0 + 380 ml calicata C3

Se tiene como estratigrafía de profundidad de 0.60 m. donde el suelo orgánico, gravagris y arcilla lo constituyen en dicha profundidad. Encontrándose de compacidad baja y humedad muy bajo siendo esto en la profundidad de 0.60 m. hasta 1.50 m. se encuentra arcilla inorgánica de plasticidad mediana, siendo marrón claro como color, teniendo como en la siguiente proporción de 26.80% como arena fina y siendo la arena gruesa alcanzando 14.01% de rocas como fragmentos siendo de 1/2" de tamaño. Encontrándose de baja resistencia y humedad considerablemente elevada siendo 2.085 Tn/m³ como peso específico, y 34° como ángulo de fricción interna del terreno, y $N_c = 38$, $N_q = 22$, $N_y = 20$. como capacidad de carga, y $C = 0.05$ kg/cm² de cohesión del terreno.



Figura 51: Vista de ubicación de calicata C - 3

Fuente: Elaborado por EGESG S.A.

4.4 Diseño Hidráulico.

Durante el trabajo de investigación identificamos 3 zonas más críticas en donde se requiere proteger el talud del radio de impacto producto del caudal del rio san gaban, con esto se evitara el colapso de la infraestructura de la central hidroeléctrica, por tal motivo se realizó los cálculos numéricos como el diseño hidráulico de la zona crítica con el objetivo de plantear una edificación de concreto armado adecuada para solucionar la problemática producto de la socavación producido por el rio san gaban. Siendo de nuestro interés proteger la zona más vulnerable y esta se encuentra en la parte curva que se encuentran entre las progresivas 0+280 a la 0+380, a continuación, presentamos las secciones del rio en estas progresiva con el caudal de diseño.

4.4.1 Determinación del caudal máximo de diseño

Determinando, así como máximo caudal de diseño, donde se han empleado los valores de caudales máximos registrados en la Villa residente Chuani, los cuales se han evaluado con los modelos probabilísticos de valores extremos siguientes:

- a) Gumbel.
- b) Log - Normal
- c) Log - Normal de Tres Parámetros
- d) Log - Pearson III
- e) Log - Pearson con Momentos

El programa informático utilizado donde se determinó el máximo caudal de diseño ha sido es el FLFREC.

Para el presente estudio se ha tomado un caudal con un retorno de 100 años.

Tabla 2: Resultados obtenidos de caudales

Modelo Probabilístico	Caudal (Periodo de Retorno 100 años)
Gumbel	445 m ³ /s
Log Normal	454 m ³ /s
Log Normal de Tres Parámetros	529 m ³ /s
Log Pearson III	512 m ³ /s
Log. Pearson con Momentos	521 m ³ /s
PROMEDIO	492 m³/s

Fuente. Empresa j&cccsrl

Se cogió como el diseño de caudal promedio de todos los métodos probabilísticos.



Figura 52: Vista de caudal del rio San Gaban

Fuente: Empresa de generación eléctrica San Gaban SA

4.4.2 Determinación de velocidades y tirantes

Para determinar las velocidades promedio y los niveles máximos de agua, se ha hecho uso del HEC-RAS Versión 4 programa desarrollado por la Armada de EE. UU, en su centro de Ingeniería Hidrológica. Este programa permite analizar un escurrimiento unidireccional en conductos a flujo libre, es decir a presión atmosférica, tanto en régimen permanente como no permanente, en lecho rígido. La Ecuación de Continuidad es la más utilizada por el programa y la ecuación para determinar la Energía, utilizando la ecuación de Manning para determinar la pérdida de energía por fricción. Para el análisis del presente proyecto se ha hecho uso del régimen permanente, en razón de que es de nuestro interés hallar las velocidades máximas y los tirantes máximos, con el objetivo de determinar la profundidad de socavación y la altura del muro de encauzamiento.

Se presentan a continuación la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

A = Área de la sección hidráulica (m²)

R = Radio hidráulico del canal (Área/Perímetro mojado) (m)

S = Pendiente del cauce (m/m)

n = Coeficiente de Rugosidad del Cauce.

Siendo de nuestro interés proteger la zona más vulnerable y esta se encuentra en la parte curva que se encuentran entre las progresivas 0+280 a la 0+380, a continuación, presentamos las secciones del río en estas progresiva con el caudal de diseño.

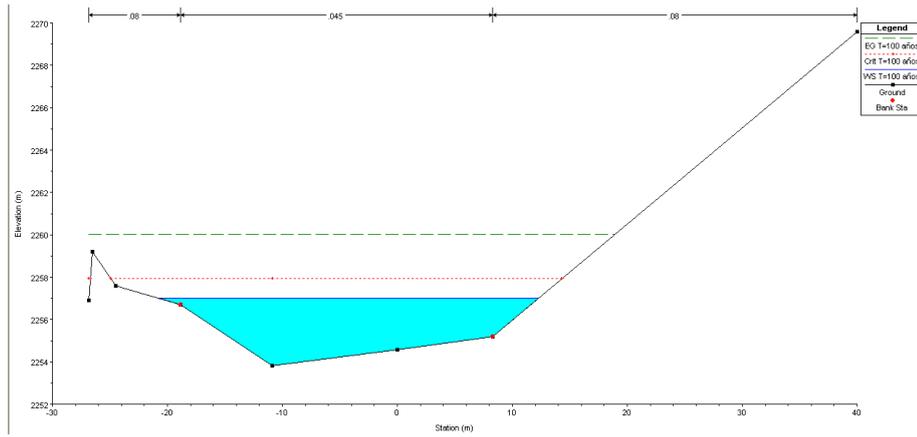


Figura 56: Progresiva 0+310

Fuente. Elaboración propia

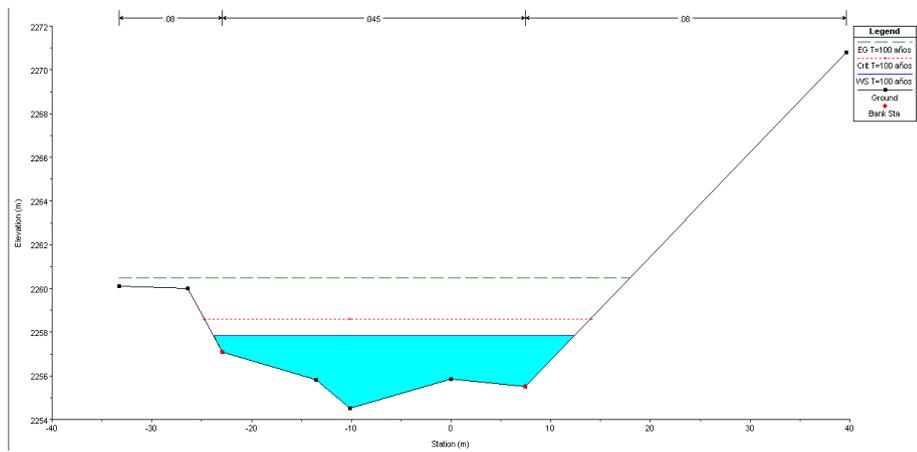


Figura 57: Progresiva 0+320

Fuente. Elaboración propia

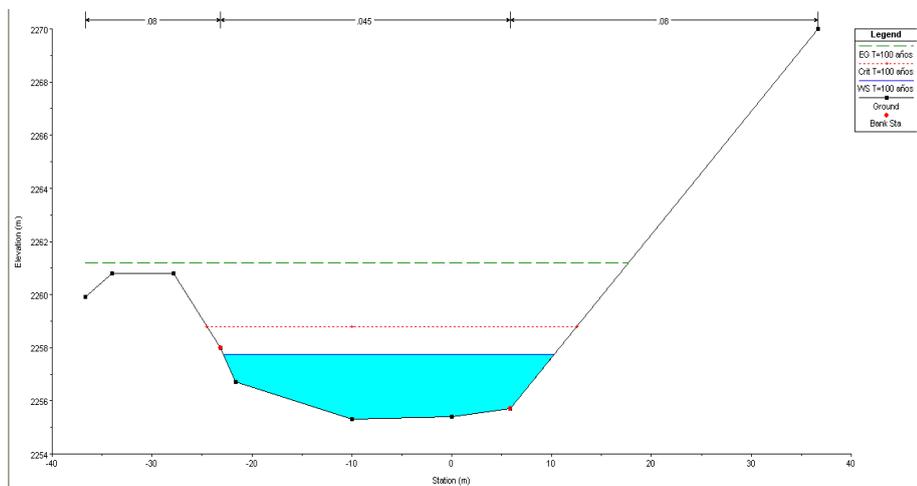


Figura 58: Progresiva 0+330

Fuente. Elaboración propia

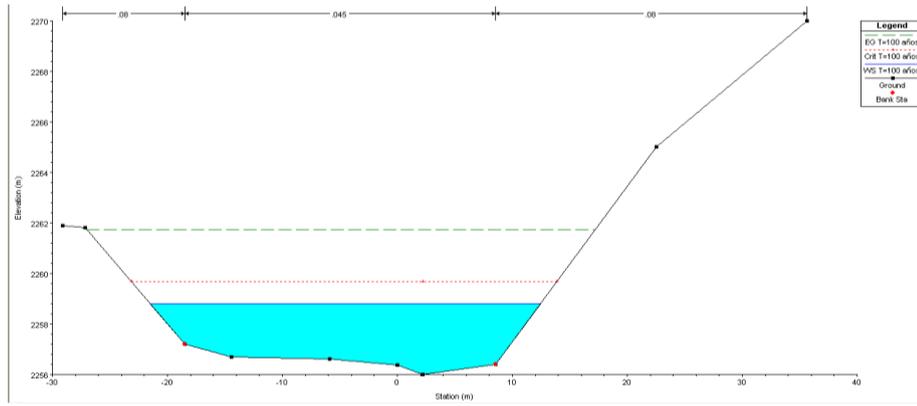


Figura 59: Progresiva 0+340

Fuente. Elaboración propia

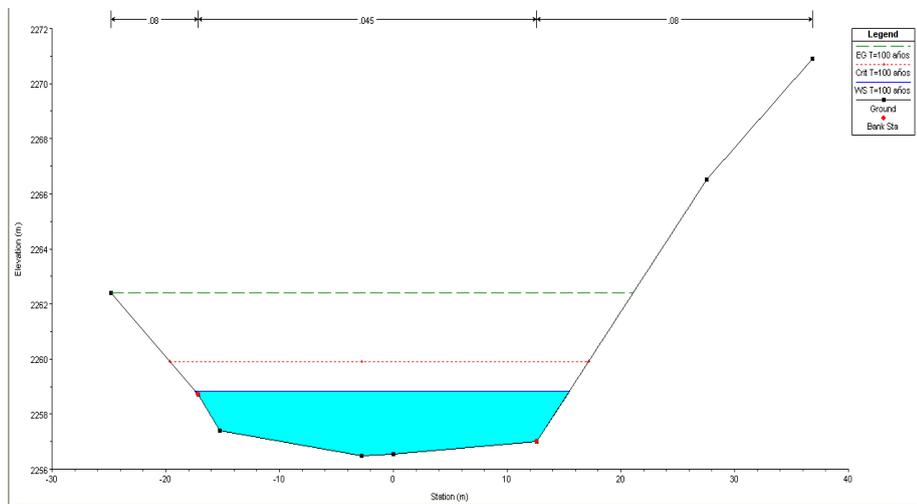


Figura 60: Progresiva 0+350

Fuente. Elaboración propia

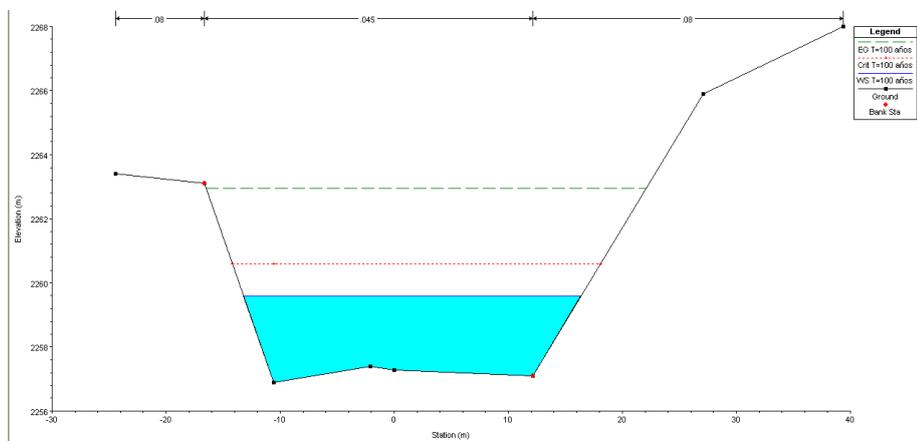


Figura 61: Progresiva 0+360

Fuente. Elaboración propia

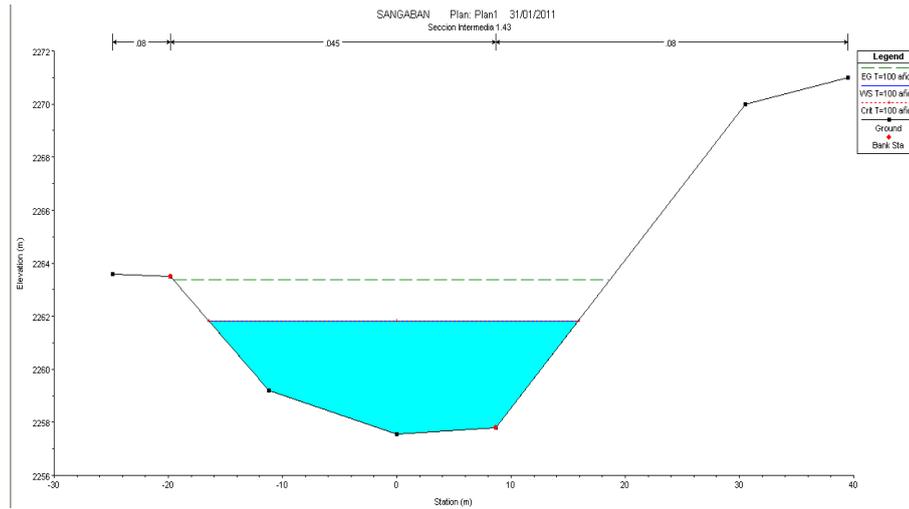


Figura 62: Progresiva 0+370

Fuente. Elaboración propia

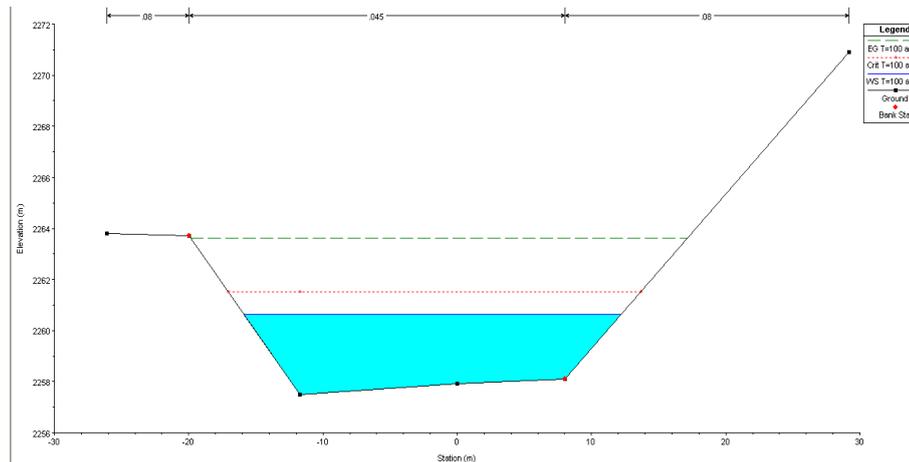


Figura 63: Progresiva 0+380

Fuente. Elaboración propia

4.4.3 Determinación de la Socavación

Es de pleno conocimiento que se llegó, después de realizar el estudio, de acuerdo a la profundidad para determinar la erosión y socavación producto de la intensa corriente del río san gaban, por ello es importante realizar el diseño de la estructura de manera eficiente para evitar el colapso de la infraestructura en donde se paralizaría la continuidad de producción de energía.

4.4.4 Definiciones, fórmulas y unidades a utilizar

4.4.4.1 Socavación.

El resultado del efecto de erosión y la corriente de agua que desprende los materiales del río y los bancos del lecho se denomina socavación, siendo las causas importantes comunes de fallas de las estructuras en contacto con corrientes de agua.

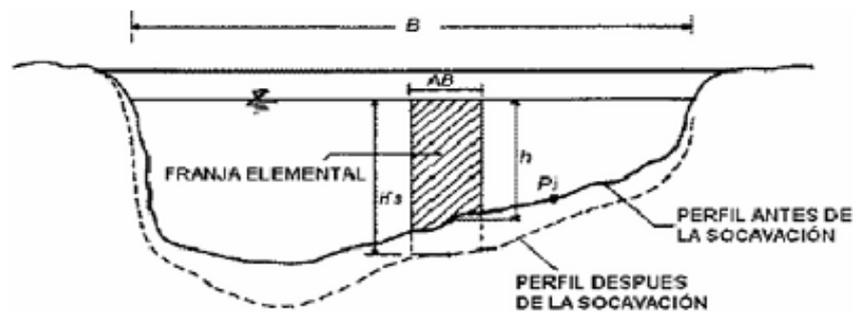


Figura 64: Características de la socavación

Fuente. Elaboración propia

Varios son las tipologías de las socavaciones, donde interesan más en estos momentos para este estudio de la cual es la finalidad son:

4.4.4.2 Socavación general

Es la disminución general del nivel del fondo del lecho, siendo esta la alteración del incremento de la capacidad del flujo, al presentar un elevado de aumento del caudal y esto es debido al incremento del arrastre de los materiales sólidos como rocas, actuando en conjunto con la corriente, en virtud del mayor incremento de velocidad transportando material en épocas de las avenidas. Este desastre natural ocurre el proceso de la trayectoria del río sin gaban en donde la mano del hombre es ajena.

Inclusive esta socavación general es muy peligroso cuando contiene rocas en el lecho del río y la gran velocidad de la corriente es superior en donde produce el desgaste de rocas.

Para el presente estudio utilizaremos el Método de Lischtvan - Levediev

$$H_s = \left[\alpha \frac{H_o^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta \mu \theta d m^{0.28}} \right]^{\frac{1}{(1+z)}}$$

Donde:

H_s = Profundidad del flujo o tirante después de ocurrida la socavación.

H_o = Profundidad inicial existente. ($H_o = y$)

α = Coeficiente de sección o distribución de gasto.

$$\alpha = \frac{Q_d}{Behm^{\frac{5}{3}}} = \frac{s^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Q_d = Caudal de diseño.

h_m = tirante medio.

S = Pendiente del cauce.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

$$hm = \frac{A}{Be}$$

Be = Ancho efectivo del canal, descontando todos los obstáculos.

A = Área hidráulica

S = Pendiente del cauce.

β = Coeficiente de frecuencia

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

T_r = tiempo de retorno

d_m = Diámetro medio de las partículas del material granular en (mm).

z = exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular.

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

μ = Coeficiente de corrección por contracción del flujo.

En este caso especial

$\mu = 1$ valor empírico.

Φ = Coeficiente de corrección por la densidad del agua durante la avenida.

$\Phi = 1$ (para agua clara).

CALCULO DE SOCAVACION GENERAL

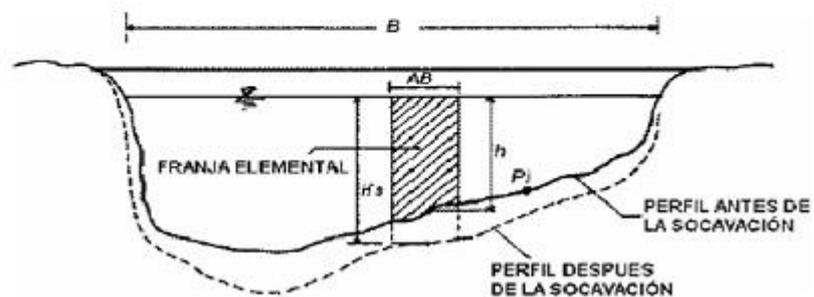


Figura 65: Cálculo para hallar la socavación

Fuente. Elaboración propia

Método de Lischtvan-Levediev

$$H_s = \left[\alpha \frac{H_o^{\frac{5}{3}}}{0.68 \beta \mu \theta d_m^{0.28}} \right]^{\frac{1}{1+z}}$$

$$\alpha = \frac{Qd}{Behm^{\frac{5}{3}}} = \frac{s^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$hm = \frac{A}{Be}$$

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

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

Tabla 3: Cuadro de datos

DATOS		
Qd =	495	m ³ /s
N =	0.045	
S =	0.0451	m/m
y = Ho	2.1	m
B =	33	m
A =	69	m ²
Hm =	2.091	m
tr =	100	años
dm =	20	mm

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 4: Cuadro de resultados

RESULTADOS		
alfa 1 =	4.7193	
alfa 2 =	4.3873	
log Tr =	2	
Beta =	0.9875	
Log dm =	1.301	
Z =	0.3257	
U =	1	
Fi =	1.2	
Hf =	8.19284203	numerador
	1.59978052	denominador
Hf =	5.12	m
socavación	3.02	m

Fuente. Elaboración Propia

4.5 Diseño Estructural

Según el levantamiento topográfico de la zona se determina que la trayectoria del río está comprendido por segmentos curvos y trechos rectos, también se aprecia que en algunas distancias cuenta con una gran fuerza que ejerce la contracción del terreno, así como también la altura y sus márgenes que son elevadas, considerando el empuje como fuerza donde se genera con la corriente del agua, sectorizando

la contracción del terreno porque el margen del río contiene la misma altura en las épocas de avenidas por lo tanto las dimensiones del muro voladizo debe ser de mayor magnitud. Este estudio proponemos la edificación del muro de voladizo con aceros y concreto ciclópeo de fuerza de 210kg/cm², los cuales se componen el volumen de 30% de piedra y su dimensión será de 30 cm de acuerdo al RNE, capítulo E-60. debiéndose utilizar el material propio de la zona debido que la zona cuenta con abundantes piedras de mayor tamaño de acuerdo a la normativa. Según Barros (2007). Los cálculos se deben realizar, según las zonas críticas identificados. De la información presentada podemos indicar lo siguiente:

- a) El régimen con la máxima avenida es supercrítico, con números de Froude Mayores a 1, y velocidades promedio importantes.
- b) Las velocidades son superiores a 7 m/s y al estar en una zona de curva estas velocidades podrían llegar a ser mayores, teniendo un efecto de socavación y erosión importante.
- c) Los tirantes encontrados no superan el nivel del suelo en los márgenes izquierda del Río San Gaban, pero al ser este un análisis lineal, no contempla el efecto de choque al estar ubicado la parte crítica en una zona de curva, motivo por el cual la erosión presentada llego hasta la parte superior donde se encuentra el camino tipo empedrado y en conversación con el personal que trabaja en la villa residentes, denominados obras de cabecera, nos indicaron que el agua llego a desbordar sobre este nivel. En este sentido el problema principal es la erosión lateral y la socavación general del fondo ya que los límites laterales del Río son de material natural con presencia de vegetación, lo que no garantiza que a un evento extraordinario estas soporten y no se erosionen. Al tener velocidades altas en el cauce, se descarta la utilización de gaviones ya que estas estructuras pueden soportar velocidades de 6 m/s., excepcionalmente pueden soportar velocidades hasta 8 m/s, pero en nuestro caso tenemos velocidades mayores. Al tener el inconveniente de las

velocidades, se plantea como solución la construcción de un muro de protección de concreto armado.

Según Barros (2007) se deberá de realizar los siguientes cálculos, de acuerdo a los tramos críticos identificados

Tabla 5: Cuadro con resultados

Estación	Q Total (m ³ /s)	Fondo Rio (m)	Nivel Agua (m)	Tirante	Energía Total (m)	Pendiente (m/m)	Velocidad Promedio (m/s)	Área Hidráulica (m ²)	Espejo de Agua (m)	# Froude
0+380	492.00	2257.50	2262.71	5.21	2263.52	0.00526	4.08	132.08	34.31	0.63
0+370	492.00	2257.55	2261.83	4.28	2263.37	0.01402	5.66	95.96	32.30	1.00
0+360	492.00	2256.90	2259.58	2.68	2262.95	0.04851	8.24	63.10	29.55	1.75
0+350	492.00	2256.50	2258.85	2.35	2262.39	0.06000	8.39	60.49	32.94	1.92
0+340	492.00	2256.00	2258.80	2.80	2261.72	0.03985	7.69	68.95	33.96	1.62
0+330	492.00	2255.30	2257.74	2.44	2261.20	0.05687	8.33	62.03	33.13	1.88
0+320	492.00	2254.50	2257.84	3.34	2260.48	0.03965	7.30	71.39	36.19	1.59
0+310	492.00	2253.80	2257.01	3.21	2260.04	0.04153	7.77	66.14	33.04	1.64
0+300	492.00	2253.60	2256.47	2.87	2259.59	0.04580	7.91	65.15	32.38	1.71
0+290	492.00	2253.40	2256.48	3.08	2259.07	0.02902	7.30	74.94	33.27	1.42
0+280	492.00	2252.90	2255.82	2.92	2258.72	0.03710	7.62	68.51	32.57	1.57

Fuente. Elaboración Propio

4.5.1 Consideraciones de diseño Tramo: Progresiva 0 + 280 m - Progresiva 0 + 380 m

Tabla 6: Cuadro caudal de diseño para diferentes periodos de retorno

CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA MUROS DE CONCRETO CICLÓPEO					
ÍTEM	PROGRESIVA (M)	MARGEN DERECHO	MARGEN IZQUIERDO	TRAMO	LONGITUD
1	0 + 280	Empuje de agua	Empuje de terreno	Recto	10
2	0 + 290	Empuje de terreno	Empuje de terreno	Curva	10
3	0 + 300	Empuje de terreno	Empuje de terreno	Recto	10
4	0 + 310	Empuje de terreno	Empuje de terreno	Curva	10
5	0 + 320	Empuje de agua	Empuje de terreno	Recto	10
6	0 + 330	Empuje de terreno	Empuje de terreno	Curva	10
7	0 + 340	Empuje de terreno	Empuje de terreno	Recto	10
8	0 + 350	Empuje de agua	Empuje de terreno	Curva	10
9	0 + 360	Empuje de agua	Empuje de terreno	Recto	10
10	0 + 370	Empuje de agua	Empuje de terreno	Curva	10
11	0 + 380	Empuje de agua	Empuje de terreno	Curva	10

Fuente: Propio de los autores.

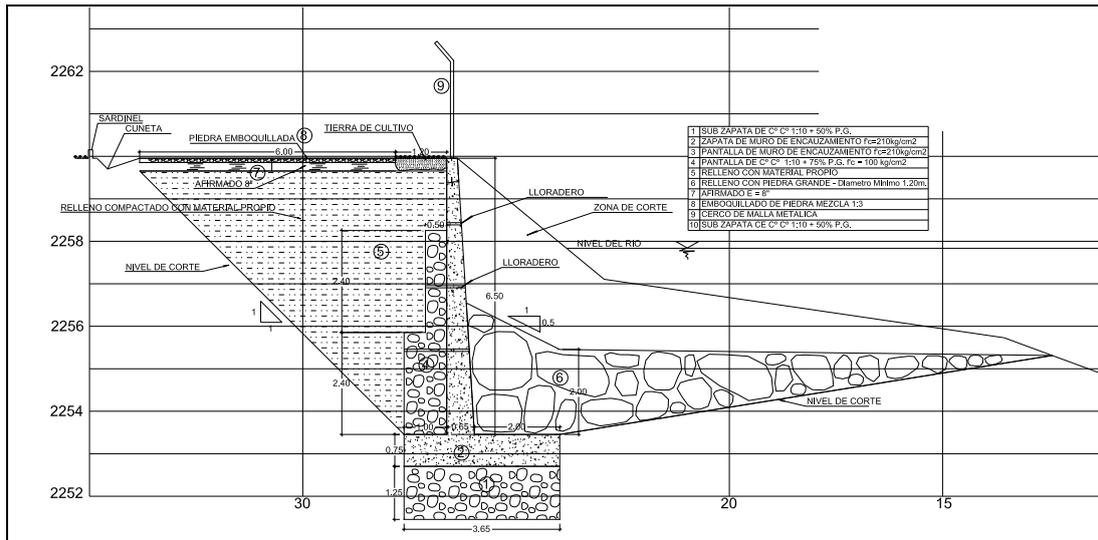


Figura 66: Diseño de muro de contención

Fuente: Elaboración propia

4.6 Diseño de muro de contención

a) Tramos rectos (considerar solo empuje de tierras)

Donde:

$$H = 2.3m.$$

$$\gamma_s = 1.765 \frac{tn}{m^3}$$

$$\theta = 32^\circ$$

$$q_a = 38.16 \frac{tn}{m^2}$$

$$\gamma_c = 2.3 \frac{tn}{m^3}$$

i. Cálculos de las dimensiones del muro

→ Ancho superior de pantalla

$$t_1 = 0.08H \text{ donde } t_1 \geq 0.3m.$$

$$t_1 = 0.08(2.3)$$

$$t_1 = 0.18m \cong 0.2m.$$

→ Altura de zapata

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

$$hz = 0.12(2.3)$$

$$hz = 0.28 \cong 0.3m.$$

→ **Pie y talón del muro**

$$p1 = p2 = hz/2$$

$$p1 = p2 = 0.3/2$$

$$p1 = p2 = 0.15m. \cong 0.25m.$$

→ **Ancho de la zapata**

$$B = 0.5H \text{ a } 0.75 H$$

$$B = 0.5(2.3)$$

$$B = 1.3m.$$

→ **Ancho inferior de la zapata**

$$t2 = B - P1 = P2$$

$$t2 = 1.3 - 0.25 - 0.25$$

$$t2 = 0.8m.$$

Verificación por Estabilidad

Cálculo de los pesos y momentos producidos.

Tabla 7: Cuadro de cálculo de pesos y momentos

Wi	B(m)	H(m)	Pe(tn/m3)	peso(tn)	brazo(m)	mon(tn*m)
W1	1.30	0.30	2.3	0.897	0.65	0.583
W2	0.2	2.3	2.3	1.058	0.35	0.370
W3	0.6	2.3	2.3	1.587	0.75	1.190
W4	0.6	2.3	1.765	1.218	0.75	0.914
W5	0.25	2.3	1.765	1.015	1.175	1.192
TOTAL				5.775		4.249

Fuente: Elaboración propia.

→ **Presiones laterales**

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

$$Kn = \left(45 - \frac{32}{2}\right) 2$$

$$Kn = 0.31$$

→ **Presión del suelo**

$$p1 = Ka * Ys(H + hz)$$

$$p1 = 0.31 * 1.756(2.3 + 0.3)$$

$$p1 = 1.41 \text{tn/m}$$

→ **Empuje del activo**

$$Ea = P1 * \left(\frac{H + hz}{2}\right)$$

$$Ea = 1.41 * \left(\frac{2.3 + 0.3}{2}\right)$$

$$Ea = 1.8 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3}$$

→ **Punto de aplicación del empuje del activo**

$$y = \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$y = \left(\frac{2.3}{3}\right)$$

$$y = 0.77 \text{m.}$$

→ **Factor seguridad de deslizamiento**

$$FSD = \left(f * \frac{\sum W_{\text{resistente}}}{\sum \text{Factuantes}}\right) \geq 1.5$$

$$f = \tan(\theta)$$

$$f = \tan(32)$$

$$f = 0.62$$

$$FSD = \left(0.62 * \frac{5.77}{1.83}\right)$$

$$FSD = 1.97 \geq 1.5 \rightarrow \text{si cumple}$$

→ **Factor de seguridad por volteo**

$$FSV = \left(\frac{\sum W_{\text{resistente}}}{\sum M_{\text{actuantes}}}\right) \geq 1.5$$

$$FSV = \left(\frac{4.25}{1.83 * 0.77} \right) \geq 1.5$$

$$FSV = 3.02 \geq 1.5 \rightarrow \text{Si cumple.}$$

→ **Excentricidad de la estructura**

$$X_o = \left(\frac{\sum W_{rest.} - \sum M_{act.}}{\sum W_{rest.}} \right)$$

$$X_o = \left(\frac{4.25 - (1.83 * 0.77)}{5.77} \right)$$

$$X_o = 0.49m.$$

$$e = \left(\frac{B}{2} - X_o \right) < \frac{B}{6}$$

$$e = \left(\frac{1.3}{2} - 0.49 \right) < \frac{1.3}{6}$$

$$e = 0.19 < 0.22 \rightarrow \text{Si cumple.}$$

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_1 = \frac{5.77}{1.3} \left(1 + \frac{6 * 0.16}{1.3} \right)$$

$$q_1 = 7.67 \frac{tn}{m^2} < 38.16 \frac{tn}{m^2} \rightarrow \text{Si cumple}$$

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_1 = \frac{5.77}{1.3} \left(1 - \frac{6 * 0.16}{1.3} \right)$$

$$q_1 = 1.21 \frac{tn}{m^2} < 38.16 \frac{tn}{m^2} \rightarrow \text{Si cumple}$$

b) tramos rectos (considerar empuje de tierra hasta h= 1.40m)

Donde

$$H = 2.3m.$$

$$\gamma_w = 1 \frac{tn}{m^3}$$

$$\theta = 32^\circ$$

$$q_a = 38.16 \frac{tn}{m^2}$$

$$\gamma_c = 2.3 \frac{tn}{m^3}$$

ii. Cálculos de las dimensiones del muro

→ Ancho superior de pantalla

$$t_1 = 0.08H \text{ donde } t_1 \geq 0.3m.$$

$$t_1 = 0.08(2.3) = 0.18m \cong 0.2m.$$

→ Altura de zapata

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

$$hz = 0.12(2.3)$$

$$hz = 0.28m. \cong 0.3m.$$

→ Pie y talón del muro

$$p_1 = p_2 = \frac{hz}{2}$$

$$p_1 = p_2 = \frac{0.3}{2}$$

$$p_1 = p_2 = 0.15m. \cong 0.25m$$

→ Ancho de la zapata

$$B = 0.5H \text{ a } 0.16H$$

$$B = 0.5(2.3)$$

$$B = 1.3m$$

→ Ancho inferior de la zapata

$$t_2 = B - P_1 = P_2$$

$$t_2 = 1.3 - 0.25 - 0.25$$

$$t_2 = 0.80m$$

Verificación por Estabilidad

Tabla 8: Calculo de pesos y momentos producidos

Wi	B(m)	H(m)	Pe(tn/m3)	peso(tn)	brazo(m)	mon(tn*m)
W1	1.30	0.30	2.3	0.90	0.65	0.58
W2	0.2	2.3	2.3	1.06	0.55	0.58
W3	0.6	2.3	2.3	1.59	0.95	1.51
W4	0.25	2.3	1.0	0.29	1.18	0.34
W5	0.10	1.39	2.3	0.32	0.300	0.10
W6	0.25	1.39	2.3	0.80	0.125	0.10
TOTAL				4.95		3.21

Fuente: Elaboración propia de los autores.

→ Fuerza del agua

$$Fh = \frac{1}{1} * \gamma_s * H^2$$

$$Fh = \frac{1}{1} * 1 * 2.3^2$$

$$Fh = 1.82 \text{ tn/m}^2$$

→ Punto de aplicación del empuje activo

$$y = \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$y = \left(\frac{2.3}{3}\right)$$

$$y = 0.77\text{m}$$

→ Factor seguridad al deslizamiento

$$FSD = \left(f * \frac{\sum W_{resistente}}{\sum Factuantes}\right) \geq 1.5$$

$$f = \tan(\theta)$$

$$f = \tan(32)$$

$$f = 0.62$$

$$FSD = \left(0.62 * \frac{4.95}{1.82}\right)$$

$$FSD = 1.70 \geq 1.5 \rightarrow \text{si cumple}$$

→ **Factor de seguridad por volteo**

$$FSV = \left(\frac{\sum W_{resistente}}{\sum M_{actuantes}} \right) \geq 1.5$$

$$FSV = \left(\frac{3.21}{1.82 * 0.77} \right) \geq 1.5$$

$$FSV = 2.30 \geq 1.5 \rightarrow \text{Si cumple.}$$

→ **Excentricidad de la estructura**

$$X_o = \left(\frac{\sum W_{rest.} - \sum M_{act.}}{\sum W_{rest.}} \right)$$

$$X_o = \left(\frac{3.21 - (1.82 * 0.77)}{4.95} \right)$$

$$X_o = 0.37m.$$

$$e = \left(\frac{B}{2} - X_o \right) < \frac{B}{6}$$

$$e = \left(\frac{1.3}{2} - 0.37 \right) < \frac{1.3}{6}$$

$$e = 0.20 < 0.22 \rightarrow \text{Si cumple.}$$

$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_2 = \frac{4.95}{1.3} \left(1 + \frac{6 * 0.20}{1.3} \right)$$

$$q_2 = 7.39 \frac{tn}{m^2} < 38.16 \frac{tn}{m^2}$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_2 = \frac{4.95}{1.3} \left(1 - \frac{6 * 0.20}{1.3} \right)$$

$$q_2 = 0.23 \frac{tn}{m^2} < 38.16 \frac{tn}{m^2}$$

c) tramos en curvas (considerar solo empuje de terreno)

Donde

$$H = 2.5m.$$

$$Y_s = 1.765 \frac{tn}{m^3}$$

$$\theta = 32^\circ$$

$$qa = 38.16 \frac{tn}{m^2}$$

$$Yc = 2.3 \frac{tn}{m^3}$$

iii. Cálculos de las dimensiones del muro en curvas

→ Ancho superior de pantalla

$$t1 = 0.08H \text{ donde } t1 \geq 0.3m.$$

$$t1 = 0.08(2.5) = 0.20m \cong 0.2m.$$

→ Altura de zapata

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

$$hz = 0.12(2.5)$$

$$hz = 0.30m. \cong 0.3m.$$

→ Pie y talón del muro

$$p1 = p2 = \frac{hz}{2}$$

$$p1 = p2 = \frac{0.3}{2}$$

$$p1 = p2 = 0.15m. \cong 0.25m$$

→ Ancho de la zapata

$$B = 0.5H \text{ a } 0.75H$$

$$B = 0.5(2.5)$$

$$B = 1.30m$$

→ Ancho inferior de la zapata

$$t2 = B - P1 = P2$$

$$t2 = 1.3 - 0.25 - 0.25$$

$$t2 = 0.80m$$

4.7 Verificación por estabilidad

Tabla 9: Cálculos de los pesos y momentos en curvas para el tramo

Wi	B(m)	H(m)	Pe(tn/m3)	peso(tn)	brazo(m)	mon(tn*m)
W1	1.30	0.30	2.3	0.90	0.65	0.58
W2	0.2	2.5	2.3	1.15	0.35	0.40
W3	0.6	2.5	2.3	1.73	0.75	1.29
W4	0.6	2.5	1.77	1.32	0.75	0.99
W5	0.25	2.5	1.77	1.10	1.18	1.30
TOTAL				6.20		4.57

Fuente: Elaboración propia de los autores.

→ Presiones laterales

$$Kn = \tan\left(45 - \frac{\theta}{2}\right)^2$$

$$Kn = \left(45 - \frac{32}{2}\right)^2$$

$$Kn = 0.31$$

→ Presión del suelo

$$p1 = Ka * Ys(H + hz)$$

$$p1 = 0.31 * 1.756(2.5 + 0.3)$$

$$p1 = 1.52 \text{tn/m}$$

→ Empuje del activo

$$Ea = P1 * \left(\frac{H + hz}{2}\right)$$

$$Ea = 1.5 * \left(\frac{2.5 + 0.3}{2}\right)$$

$$Ea = 2.13 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3}$$

→ Punto de aplicación del empuje del activo

$$y = \left(\frac{H}{3}\right)$$

$$y = \left(\frac{2.5}{3}\right)$$

$$y = 0.83m.$$

→ **Factor seguridad al deslizamiento**

$$FSD = \left(f * \frac{\sum W_{resistente}}{\sum Factuantes} \right) \geq 1.5$$

$$f = \tan(\theta)$$

$$f = \tan(32)$$

$$f = 0.62$$

$$FSD = \left(0.62 * \frac{6.20}{2.13} \right)$$

$$FSD = 1.82 \geq 1.5 \rightarrow \text{si cumple}$$

→ **Factor de seguridad por volteo**

$$FSV = \left(\frac{\sum W_{resistente}}{\sum Mactuantes} \right) \geq 1.5$$

$$FSV = \left(\frac{4.57}{2.13 * 0.83} \right) \geq 1.5$$

$$FSV = 2.58 \geq 1.5 \rightarrow \text{Si cumple.}$$

→ **Excentricidad de la estructura**

$$Xo = \left(\frac{\sum W_{rest.} - \sum Mact.}{\sum W_{rest.}} \right)$$

$$Xo = \left(\frac{4.57 - (2.13 * 0.83)}{6.20} \right)$$

$$Xo = 0.45m.$$

$$e = \left(\frac{B}{2} - Xo \right) < \frac{B}{6}$$

$$e = \left(\frac{1.3}{2} - 0.45 \right) < \frac{1.3}{6}$$

$$e = 0.19 < 0.22 \rightarrow \text{Si cumple.}$$

$$q1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q1 = \frac{6.20}{1.3} \left(1 + \frac{6 * 0.19}{1.3} \right)$$

$$q1 = 9.14 \frac{tn}{m2} < 38.16 \frac{tn}{m2} \rightarrow \text{Si cumple}$$

$$q2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

$$q2 = \frac{6.20}{1.3} \left(1 - \frac{6 * 0.19}{1.3}\right)$$

$$q2 = 0.39 \frac{tn}{m2} < 38.16 \frac{tn}{m2} \rightarrow \text{Si cumple}$$

IV. DISCUSIÓN

Según el resultado obtenido con respecto al estudio hidráulico y estructural para encauzar el río Pollo, del trecho puente Central interceptando al río Huangamarca, este autor Ildefonso, Hilder & Zarate, P. (2020). Concluye que acuerdo a los estudios realizados el diseño estructural del muro de contención de concreto ciclópeo, tendrá como altura de 2.30mts en los tramos rectos y en la curva 3.00mts, indicando que con ellos se evitará la socavación de las aguas, se estabilizará el talud, y se evitará los deslizamientos.

Esta conclusión resulta ser insuficiente debido a que las lluvias se han incrementado producto del calentamiento global, y todos los ríos de la costa, sierra y selva han aumentado su caudal produciendo desborde y socavación de los taludes, de acuerdo a la investigación efectuado concluimos que las velocidades promedio y los niveles máximos de agua, arrojó un caudal promedio de 492m/s , por la cual el muro de contención tradicional planteado por el autor, en tal sentido planteo considerar en el diseño del muro la altura de 6mts, longitud 60ml, adicional a ello debe considerar una zapata y sub zapata, de 3.60mts x 60ml, con muros de pantalla de 1x1x60ml y enrocado de la sub zapata, para la protección de la infraestructura.

VI.- CONCLUSIONES

Objetivo General Establecer la influencia del diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento, estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.

Del objetivo general se concluye que, de acuerdo a los nuevos tirantes, y al nuevo caudal se diseñara un muro en voladizo estructural

Objetivo Específicos 1 Determinar la influencia del diseño de muro voladizo para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.

Del objetivo específico 1 se concluye que el nuevo diseño propuesto en el tema de investigación es un muro de gravedad es decir un elemento rígido similar a una columna que se apoya de otro elemento vertical que sobresale pudiendo ser este de concreto armado o reforzado

Del objetivo específico 2 Especificar la influencia del diseño del enrocado para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021

Del objetivo específico 2 se concluye que en un muro voladizo se recomienda reforzamiento del socavón teniendo en cuenta el nuevo tirante.

VII.- RECOMENDACIONES

Hipótesis general El Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento influye considerablemente para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021,

De la hipótesis general se recomienda que, habiéndose determinado el caudal y el nuevo tirante, se debe diseñar un muro en voladizo por el buen comportamiento al empuje y al caudal del encauzamiento

Hipótesis específicas 1 El diseño de muro en voladizo influye significativamente para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021,

De la hipótesis específico 1 se recomienda que el nuevo diseño propuesto en el tema de investigación deberá ser muro en gravedad es decir un elemento rígido similar a una columna que se apoya de otro elemento vertical que sobresale pudiendo ser este de concreto armado o reforzado

Hipótesis específicas 2 El diseño de enrocado de talud influye ampliamente para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021

De la hipótesis específico 2 se recomienda que el diseño propuesto en el tema de investigación deberá complementarse con el enrocado con piedras de 1” de diámetro en toda la longitud.

REFERENCIAS

1. AGUSTIN, Nardi. Diseño de las estructuras de contención de taludes en la obra “Proyecto y construcción de la Ruta Nacional N°75 en la provincia de La Rioja” en el tramo Las Padercitas – Dique Los Sauces. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, 2016, p.49.
2. Analysis of slope stability with imprecise soil properties using uncertain sets por Zhou Xuejun[et.al]. Mathematical Problems in Engineering [en línea]. Marzo del 2019, n.0. 15.[fecha de consulta: 15 de mayo del 2019]. Disponible en <http://www.hindawi.com/journals/mpe/ISSN: 1024123X>
3. BALLÓN, Andres y ECHENIQUE, Jose. Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas 2017, p.21.
4. CAO, Wengui, LIU, Tao y XU, Zan. Calculation of passive earth pressure using the simplified principal stress trajectory method on rigid retaining walls. Computers and Geotechnics [en línea]. Marzo 2019, n.o 1. [fecha de consulta: 06 de mayo del 2019]. Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=49bcca86-8df1-4bd6-92ab-96053b2275fc%40sdc-v-sessionmgr06&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=48749001&db=eoahISSN: 0266352X>
5. CLAUDIO, D, MASSINI, L Y RAMPELLO, S. A performance – based approach to design reinforced – earth retaining walls. Geotextiles and Geomembranes [en línea]. Agosto del 2018, n.o 46. [fecha de consulta: 29 de mayo del 2019] Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=19&sid=da9748a7-64a2-4828-8d91-13d05adfb9b3%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMt bGI2Z Q%3d%3d#db=eih&AN=117016764ISSN: 02661144>
6. COLLIENTE, Alfredo. Inestabilidad en laderas y taludes. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, p.12.
7. Effect of Wall flexibility on the dynamic earth pressure for cantilevered retaining wall por Kim D, S[et.al]. Japanese Geotechnical Society Special [en línea]. Febrero del 2016, n.0. 24.[fecha de consulta: 20 de mayo del

- 2019]Disponible en
<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=19&sid=22c45f0f-e444-49c1-8af7-6803b8579fce%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=e dsjst. DN.JLC.20019964353&db=edsjstISSN: 21888027>
8. ELDIASTY, Walaa, ALTAHRANY, Ayman y ELMELIGY, Mahmoud. Comparison between monotype and hybrid earth retainning structures. Innovative Infrastructure Solutions [en línea]. Diciembre 2019, n.o 1. [fecha de consulta: 06 de mayo del 2019]. Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=2c19f5dc-3438-4128-998b-11d0b6ed53d6%40sdc-v-sessmgr05&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=eoah&AN=49909881ISSN: 23644176>
 9. EL JAZOULI, Aatfar, BARAKAT, Ahmed y KHELLOUK, Rida. GIS – multicriteriaevaluation usig AHP for landslide susceptibility mapping in oum Er Rbia high basin(Morocc). Geoenvironmental Disasters[en línea]. Abril 2019, n.o 1.[fecha de consulta; 05 de mayo del 2019].Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=3adf48d3-995a-4e43-82f8-20a436b8b973%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=49877997&db=eoahISSN: 21978670>
 10. FLORES, Ketty. “Eficiencia del diseño muro de contención de gran altura con técnicade tierra armada respecto al muro de contención de concreto armado en la ciudad dePuno. Perú: Universidad Nacional del Altiplano Puno, 2017, p.21.
 11. Fundamentals of the coupled thermo-hidro-mechanical behaviour of thermo-active retaining walls por Sailer Eleonora[et.al]. Computers and Geotechnics [en línea]. Marzo 2019, n.o 1. [fecha de consulta: 06 de mayo del 2019]Disponible En
<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=dbae5d95-d8fd-4d38-bd1a-4991825e96c4%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=48749000&db=eoahISSN: 0266352X>

12. GARZON, Julio y TOMJO, Francisco. Análisis Cinemático de la Estabilidad de taludes en roca por vuelco (topplin) [en línea]: España: Universidad Politecnica de Valencia, 2018[fecha de consulta: 05 de mayo del 2019]. Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=95e341ba-a6a8-4c60-b0ad-0a029e6f025e%40sdc-v-sessmgr04&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsbas.64378669&db=edsbasISSN: 16052844>
13. GOMEZ, Herney. Metodología de diseño y cálculo estructural para muros de contención con contrafuertes en el trasdós, basados en un programa de cómputo. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2013, p.13.
14. Influence of both anisotropic friction and cohesion on the formation of tension cracks and stability of slopes por Stockton Ezra [et.al]. Engineering Geology[en línea]. Enero del 2019, n.0. 249.[fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=22c45f0f-e444-49c1-8af7-6803b8579fce%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=edselp&AN=S0013795218317095ISSN: 00137952>
15. JARA, Gonzalo. Estudio de la aplicabilidad de materiales compuestos al diseño de estructuras de contención de tierras y su interacción con el terreno, para su empleo en obras de infraestructura viaria. España: Universidad Politécnica de Madrid, 2008, p.29.
16. LUCERO, Franklin. Análisis y diseño de muros de contención. Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2012, p.55.
17. NAVARRO, Juan y SERRANO, Lucas. Control geométrico del tramo atirantado del puente de la constitucion de 1812 sobre la bahía de cadiz. Hormigo y acero [en línea]. Agosto 2016. N.0. 67. [fecha de consulta: 06 de mayo del 2019].Disponible en <https://www.sciencedirect.com/journal/hormigon-y-acero/issues> ISSN: 04395689
18. PALACIOS, Lucia y TOALA, María. Diseño de dos muros de contención para el proyecto ciudad casa de la cultura de la ciudad de Portoviejo,

- provincia de Manabí 2014- 2015. Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, 2014. P.13.
19. PIÑAR, Rafael. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m. Costa Rica: Instituto tecnológico de costa rica, 2008, p.5.
 20. RAHBARI, Parisahd, RAVICHANDRAN, Nadarajah y HSEIN, Juang. seismic geotechnical robust design of cantilever retaining wall using response surface approach. Journal of GeoEngineering [en línea]. Agosto 2017, n.o 12. [fecha de consulta: 30 de mayo del 2019]disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=da9748a7-64a2-4828-8d91-13d05adfb9b3%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#db=edsarl&AN=edsarl.P20140124001.201712.201801030002.201801030002.147.156ISSN: 19908326>
 21. Response control of cantilevered rc walls in gymnasia with energy-dissipation roof bearings por Narita Kazuhiko[et.al]. Architectural Institute of Japan [en línea]. marzo del 2015, n.o. 80.[fecha de consulta: 20 de mayo del 2019]Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=18&sid=22c45f0f-e444-49c1-8af7-6803b8579fce%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#AN=edsjst.DN.JLC.20008175906&db=edsjstISSN: 13404202>
 22. Revista Composites Part B, Engineering [en línea]. China: College of Civil Engineering, 2019 [fecha de consulta: 06 de mayo del 2019].Disponible <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=2d3579ed-ca56-48d2-a80f-e761c1340d67%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=47025375&db=eoahISSN: 13598368>
 23. Revista de Ingenieria, Investigación y Tecnología [en línea]. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, de Bogotá, 2015 [fecha de consulta: 05 de mayo del 2019]] Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=6&sid=ff6ba8ec-abf6-48d5-aad7->

- f39b1ed77be4%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zd
C1sa XZl#AN=36852458&db=eoah ISSN: 14057743
24. Revista Geomorphology [en línea]. China: KyotoUniversity, 2019[fecha de consulta: 05 de mayo del 2019]. Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=06471a02-2219-4fda-91ac-416c75d5458d%40sessionmgr4008&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1sa XZl#AN=49916319&db=eoah ISSN: 0169555X>
25. Revista The Science of the Total Environment [en línea]. China: China University of Geosciencies(Wuhan), 2019(fecha de consulta: 05 de mayo del 2019). Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=97956e43-f6d2-4de0-abca-11ad6b7e525e%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1sa XZl#AN=49806705&db=eoah ISSN: 00489697>
26. Revista The Science of the Total Environment [en línea]. China: College Of Life Sciences, 2019[fecha de consulta: 05 de mayo del 2019]. Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=8e873a4b-d287-4a6a-9268-f8630562d439%40sessionmgr4010&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1sa XZl#AN=49661357&db=eoah ISSN: 00489597>
27. ROJAS, Susana. Diseño de muros de contención sector la aguada comuna de corral.Chile: Universidad Austral de Chile, 2009. p.21.
28. SARIBAS, Llyas. Seismic performance of recycled aggregate – filled cantiléver reinforced concrete retaining walls. Advances in Mechanical Engineering[en línea]. Abril del 2019, n.o. 11[fecha de consulta: 30 de mayo del 2019]. Disponible en <http://www.sagepub.com/home.nav>ISSN: 16788132
29. SAYAGO, Andrés y MUNERA, Luis. Optimización de muros de contención en voladizo, mediante algoritmos genéticos. Colombia: Universidad EAFIT, 2011, p.11.
30. Seismic analysis of geosynthetic – reinforced reatinnig Wall in cohesive soils porAlhaji Chehade H[et.al]. Geotextiles and Geomenbranes [en línea]. Junio 2019, n.o3. [fecha d econsulta:06 de mayo del 2019]. Disponible en

- <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=b3135f76-11fb-45c7-9ec2-09b1049a331b%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=48839664&db=eoah>ISSN: 02661144
31. Seismic responses of the Steel – strip reinforced soil retaining Wall with full – heightrigid facing from shaking table test por Li-cong Cao [et. al]. Journal of Mountain Science[en línea]. Mayo del 2018, n.o 15. [fecha de consulta: 29 de mayo del 2019] Disponible en <http://www.springer.com/us/> ISSN: 16726316
 32. SEPULVEDA, Alejandra. Comportamiento Sísmico de taludes en roca. España:Universidad Politécnica de Madrid, 2011, p.6.
 33. Short – term flexural behaviour of concrete filled pultruded GFRP celular and tubular sections with pin – eye conections for modular retaining Wall construction por Ferdous, Wahid[et.al]. Composite Structures[en línea]. Diciembre del 2018, n.o 206. [fecha de consulta: 28 de mayo del 2019] Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/results?vid=23&sid=da9748a7-64a2-4828-8d91-13d05adfb9b3%40sessionmgr4008&bquery=JN+%22Composite+Structures%22&bdata=Jmxhbm9ZXMmdHlwZT0wJnNlYXJjaE1vZGU9QW5kNnpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d> ISSN: 02638223
 34. Some remarks on the seismic behaviour of embedded cantilevered retainnig wwalls por Conti, R[et.al]. Geotechnique London [en linea]. Enero del 2014, n.0.64. [fecha de consulta: 20 de mayo del 2019] Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=21&sid=22c45f0f-e444-49c1-8af7-6803b8579fce%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=RN345145641&db=edsbl> ISSN: 00168505
 35. SOTO, Jaime. Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la rivera del rio magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de guadas Cundinamarca. Colombia: Dirección de investigaciones, 2017, p.24.
 36. Study on the applicability of a retaining Wall using batter piles in clay por Minsu, Seo[et.al]. Canadian Geotechnical Journal [en línea]. Agosto del 2016, n.o 53. [fechade consulta: 29 de mayo del 2019] Disponible en

<http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/rp-ps/journalDetail.jsp?jcode=cgj&lang=eng> ISSN: 00083674

37. TORRES, Ángel. Análisis y diseño de muros de contención de concreto armado. Venezuela: Universidad de los Andes, 2009. p.6.
38. TUCO, Yenifer y GONZALES, Yoermes. Estabilidad de taludes en la presa de colas de agua dulce en Potosí, Bolivia. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea]. Enero del 2019, n.0. 40.[fecha de consulta: 15 de mayo del 2019] Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=22c45f0f-e444-49c1-8af7-6803b8579fce%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=e-dsgcl.573713694&db=edsgii> ISSN: 16800338
39. UGALDE, Karla. Alternativas para la estabilización de taludes en el cantón de León Cortés. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2015, p.3.
40. VALVERDE, Enrique. Análisis de la influencia de la precipitación en el esfuerzo de succión y la estabilidad de un talud. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010, p.10.
41. VEISKARAMI, Mehdi, JAMSHIDI, Resa y JAMEEI, Amir. A study on the static and seismic earth pressure problems in anisotropic granular media. *Geotechnical and Geological Engineering* [en línea]. Noviembre 2018, n.0 3.[fecha de consulta: 06 de mayo del 2019] Disponible en <http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=1ba97e97-1d33-45b7-8573-21c9a3736567%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=47028077&db=eoah> ISSN: 09603182
42. Oliva Rodolfo y Silva, Jose. (2021). Diseño de estructuras complementarias de las bocatomas Chiclin y Chicamita para estabilizar el río Chicama sector Chicama. Tesis de Pregrado de Ingeniería Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Trujillo.
43. Alvérez Flavio y Vela Jeronimo (2021). Diseño hidráulico y estructural, con elementos prefabricados de concreto simple (tetrápodos), para la defensa ribereña en las márgenes del río Chancay, tramo puente Eten-Monsefú, Chiclayo, Lambayeque. Tesis de Pregrado de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, arquitectura y urbanismo, Pimentel.

44. Ildefonso H y Zarate Pablo (2020). Diseño hidráulico y estructural para encauzamiento del río Pollo, tramo puente Central - intersección río Huangamarca - Distrito Otuzco La Libertad. Tesis de Pregrado de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Trujillo. doi: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52461>
45. Machco Orvik (2018). Análisis de estabilidad de taludes para la protección contra inundaciones en el Sector de la Av. Malecón Chillón – Puente Piedra, 2017. Tesis de Pregrado de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Lima. doi: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27314>
46. Morillo Valencia, Toapanta C (2021). Análisis de estado de la estructura existente del Centro de Investigación de la Vivienda – CIV y diseño estructural de la ampliación del muro de reacción e infraestructura del CIV. Tesis de pregrado de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (FICA) , Quito. doi: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21540>

ANEXOS

ANEXO N° 1

Operacionalización de variables

Título: “Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.”

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: V1. Diseño hidráulico y estructural	El diseño hidráulico y estructural es el conjunto de medidas que se toman para solucionar los problemas ocasionado por la fuerza del agua, consistiendo en diseñar estructuras firmes para soportar enormes volúmenes de tierra (Villanueva 2017, p.118).	Para lograr el diseño hidráulico como el diseño estructural en este proyecto se considerará: estudios de suelos, hidrológicos, topografía, que cumplirán con parámetros de diseño para mitigar los problemas de esta investigación.	1.- Diseño hidráulico	1. Socavación 2. Tirante hidráulico 3. Velocidad media	De razón
			2.- Diseño estructural	1. Calculo estructural 2. Dimensionamiento	De razón
Dependiente: V2. Estabilización de talud	La estabilidad de taludes se da por la firmeza del suelo o terreno que no es vulnerable a fallas que se pueden dar en su interior por eventos naturales (Ugalde, 2015, p.3)	La estabilidad de talud quedara firme y estable con la colocación de estructuras apropiadas, con ello evitaremos los deslizamientos, volcamientos y avalancha de taludes	1. Volcamiento de taludes.	1. Capacidad de carga del suelo 2. Deformación del terreno	De razón
			2. Estudio Hidrológico	1. Precipitaciones máximas 2. Caudales de diseño	
			3. Topografía	1. Secciones transversales 2. Curvas de nivel	

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA

ANEXOS N° 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA: Título: “Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021.”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODO
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo el diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento influye para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Establecer la influencia del diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Diseño hidráulico y estructural del muro de encauzamiento influye considerablemente para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Diseño Hidráulico y estructural</p>	<p>Diseño Hidráulico</p> <p>Diseño Estructural</p>	<p>Socavación</p> <p>Tirante hidráulico</p> <p>Velocidad media</p> <p>Calculo estructural</p> <p>Dimensionamiento</p>	<p>Software HEC RAS</p> <p>Software SAP 2000</p> <p>Software MIDAS</p>	<p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo</p> <p>Enfoque de investigación: :Cuantitativa</p> <p>Población</p> <p>a.- Trabajadores de las empresas</p> <p>b.- Autoridades Pobladores Sector Chuani</p> <p>Muestra</p> <p>1. Entrevista</p> <p>2. Encuesta</p> <p>3. Observación</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo el diseño de muro voladizo influye para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?</p> <p>¿Cómo el diseño del enrocado de talud incidiría para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la influencia del diseño de muro voladizo para estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021</p> <p>Especificar la influencia del diseño del enrocado para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021</p>	<p>Hipótesis Especificas</p> <p>El Diseño de muro en voladizo influye significativamente para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021</p> <p>El Diseño de enrocado de talud influye ampliamente para la estabilización de talud en Obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica San Gaban II – Puno, 2021</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>Estabilización de talud</p>	<p>Volcamiento de taludes</p> <p>Estudio Hidrológico</p> <p>Topografía</p>	<p>Capacidad de carga del suelo</p> <p>Deformación del terreno</p> <p>Precipitaciones máximas</p> <p>Caudales de diseño</p> <p>Secciones transversales</p> <p>Curvas de nivel</p>	<p>Ensayo de densidad (ASTM 2487)</p> <p>Ensayo de densidad (ASTM D 2216)</p> <p>Software ARC GIS</p> <p>Ensayo volumétrico DOPPLER</p> <p>Estación total</p>	<p>Enfoque de investigación: :Cuantitativa</p> <p>Población</p> <p>a.- Trabajadores de las empresas</p> <p>b.- Autoridades Pobladores Sector Chuani</p> <p>Muestra</p> <p>1. Entrevista</p> <p>2. Encuesta</p> <p>3. Observación</p>

ANEXO 03

ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO

Tabla 10: Ensayo de densidad relativa y Angulo de fricción



PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN
CALICATA : C-1 M-1
LUGAR : EJE DE MURO
FECHA : DICIEMBRE 2010

PROFUNDIDAD NIVEL FREATICO : 0.30-1.50 metros.
0.00m.

Ing. RESPONSABLE : A.V.L.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

e.Nat.	1.63	Malla N° 200	4.60
e.Min.	1.43	Ø sin corregir	37.25
e.Max.	1.90	Factor de correccion	95.40
Dr. %	48.32	Ø Corregido	35.54

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Nc	=	48.43	$Nc = (Nq - 1) \cot \phi$
Nq	=	35.59	$Nq = \tan (45 + \phi/2) e^{PI \tan \phi}$
N&	=	52.27	$N\& = 2(Nq + 1) \tan \phi$

PARAMETROS GEOTECNICOS

C	=	0.00	Cohesion kg/cm2
Df	=		Profundidad de Cimentacion (metros)
B	=		Ancho de la Cimentacion (metros)
&2	=	0.63	Densidad Natural del terreno por debajo del nivel de fondo de zapata sumergido o no (ton/m3)
&1	=	1.63	Densidad Natural del terreno por encima del nivel de fondo de zapata sumergido o no (ton/m3)
Fs	=	3.00	Factor de Seguridad

CIMENTACION PROPUESTA "CIMENTO CORRIDO" Y CIMENTACION CUADRADA

$$Qult = 2/3 cNc + 1/2 * \&2 * B * N\& + (\&1 * Df) * Nq$$

$$Qult = 1.3 cNc + 0.4 * \&2 * B * N\& + (\&1 * Df) * Nq$$

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

CIMENTACION CORRIDA

ANCHO DE CMTACION B (m.)	PROF. DE CMTACION Df. (m)	C.POR.ULT. Qult Kg/cm2	C.PORT.ADM. Qadm Kg/cm2
1.00	1.00	6.48	2.16
1.50	1.50	9.71	3.24
2.00	2.00	12.95	4.32
2.50	2.50	16.19	5.40
*****	*****	*****	*****

CIMENTACION CUADRADA

C.POR.ULT. Qult Kg/cm2	C.PORT.ADM. Qadm Kg/cm2
5.63	1.88
8.44	2.81
11.25	3.75
14.07	4.69

RECOMENDACIONES

* SE PODRA ADOPTAR OTRO TIPOS DE ZAPATA, DE ACUERDO AL DISEÑO O DEL PROYECTISTA

Tabla 11: Ensayo de densidad mínima y máxima



DENSIDAD MINIMA - DENSIDAD MAXIMA

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN
CALICATA : C-1 M-1 **N.F.** : 0.00m.
LUGAR : EJE DE MURO **PROFUNDIDAD** : 0.30-1.50 metros.
FECHA : DICIEMBRE 2010 **ING. RESPONSABLE:** A.V.L.

DENSIDAD MAXIMA						
Determinación Nº	CALICATA Nº 01					
	M-1					
Peso del Molde + Muestra gr.	10390.00	10395.00				
Peso del Molde gr.	6368.00	6368.00				
Peso Unitario Húmedo gr.						
Peso Unitario Seco gr.	4022.00	4027.00				
Promedio de Densidad gr/cc.	1.90					

DENSIDAD MINIMA						
Determinación Nº	CALICATA Nº 01					
	M-1					
Peso del Molde + Muestra gr.	9395.00	9389.00				
Peso del Molde gr.	6368.00	6368.00				
Peso Unitario Húmedo gr.						
Peso Unitario Seco gr.	3027.00	3021.00				
Promedio Peso Unitario gr/cc.	1.43					

OBSERVACIONES :

Tabla 12: Humedad natural



HUMEDAD NATURAL

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN
CALICATA : C-1 M-1
FECHA : DICIEMBRE 2010

Descripcion	C-10		
Nº de Tara	0.00		
Peso suelo húmedo + Tara	458.60		
Peso del suelo seco + Tara	430.90		
Peso del agua	27.70		
Peso de la Tara	0.00		
Peso del suelo seco	430.90		
% de humedad	6.43		
*****	*****	*****	

Tabla 13: Estratigráfico



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO	: CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS	PROFUND.	0.30-1.50 metros.
UBICACIÓN	: VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR	NIVEL FREATICO	0.00m.
SOLICITANTE	: E.G.E SAN GABAN	METODO EXCAV	: Manual
FECHA	: DICIEMBRE 2010		
CALICATA	: C-1 M-1		Cielo Abierto

PROFUNDIDAD (m.)	CLASIFICACION	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	ENSAYOS EFECTUADOS
0.10	GP		GRAVAS MAL GRADUADAS MEZCLAS DE GRAVAS CON ARENAS CON POCO DE FINOS	M-1	
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					

NOTA Se exceptuaron del muestreo los diametros mayores a Ø 3"

Tabla 14: Granulometría



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO	: CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS	PROFUNDIDAD	: 0.30-1.50 metros.
UBICACION	: VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR	NF.	: 0.00m.
SOLICITANTE	: E.G.E SAN GABAN	ING. RESPONSABLE	: A.V.L
CALICATA	: C-1 M-1		
LUGAR	: EJE DE MURO		
FECHA	: DICIEMBRE 2010		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	NORMA : ASTM D422
3"	76.200	85.00		0.000	100.00		Peso Inicial : 2,490.00 Gr.
2 1/2"	63.500	156.30	6.277	6.277	93.72		Limite Liquido : -.-
2"	50.800	210.30	8.446	14.723	85.28		Limite Plastico : -.-
1 1/2"	38.100	141.30	5.675	20.398	79.60		Indice Plastico : -.-
1"	25.400	256.30	10.293	30.691	69.31		
3/4"	19.050	140.60	5.647	36.337	63.66		
1/2"	12.700	104.90	4.213	40.550	59.45		CLASIFICACION
3/8"	9.525	98.60	3.960	44.510	55.49		AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350		0.000	44.510	55.49		SUCS : GP
Nº 4	4.760	123.60	4.964	49.474	50.53		Hum. Natural : _____
Nº 6	3.360		0.000	49.474	50.53		_____
Nº 8	2.380		0.000	49.474	50.53		_____
Nº 10	2.000	580.20	23.301	72.775	27.22		_____
Nº 16	1.190		0.000	72.775	27.22		_____
Nº 20	0.840		0.000	72.775	27.22		_____
Nº 30	0.590		0.000	72.775	27.22		_____
Nº 40	0.426	468.20	18.803	91.578	8.42		_____
Nº 50	0.297		0.000	91.578	8.42		_____
Nº 80	0.177		0.000	91.578	8.42		_____
Nº 100	0.149	85.60	3.438	95.016	4.98		_____
Nº 200	0.074	9.60	0.386	95.402	4.60		_____
-200		29.50	1.185	96.586	-		Observaciones : _____

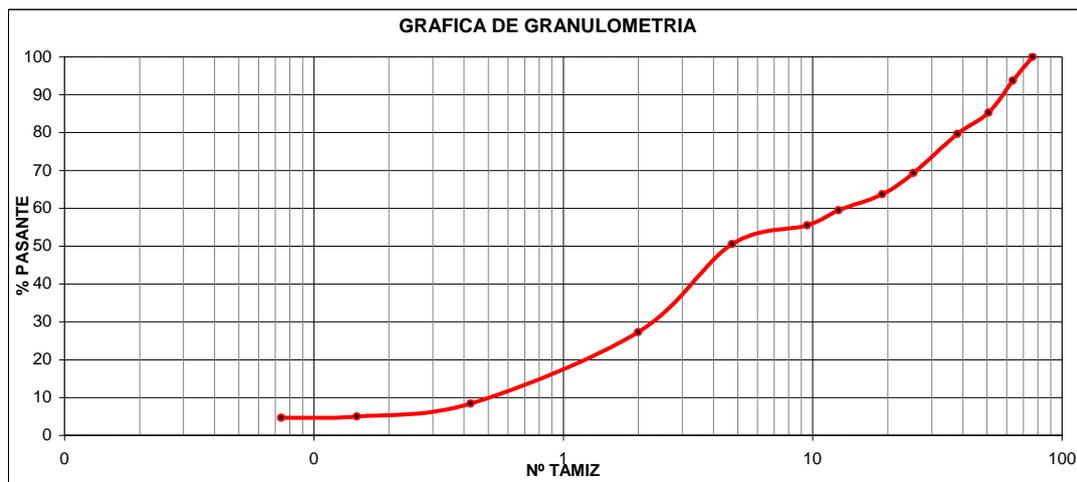


Tabla 15: Ensayo de constantes físicas



ENSAYOS DE CONSTANTES FISICAS

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACION : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN **PROFUNDIDAD** : 0.30-1.50 metros.
CALICATA : C-1 M-1 **NF.** : 0.00m.
LUGAR : EJE DE MURO **ING. RESPONSABLE** : A.V.L
FECHA : DICIEMBRE 2010

LIMITE LIQUIDO				
Nro. De Tarro				
T. + Suelo Húmedo	Gr.			
T. + Suelo Seco	Gr.			
Agua	Gr.	NP	NP	NP
Peso del Tarro	Gr.			
Suelo Seco	Gr.			
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO				
Nro. De Tarro				
T. + Suelo Húmedo	Gr.			
T. + Suelo Seco	Gr.			
Agua	Gr.	NP	NP	NP
Peso del Tarro	Gr.			
Suelo Seco	Gr.			
% de Humedad				

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO		
L.L. = 0.00 %	L.P. = 0.00 %	N.P.

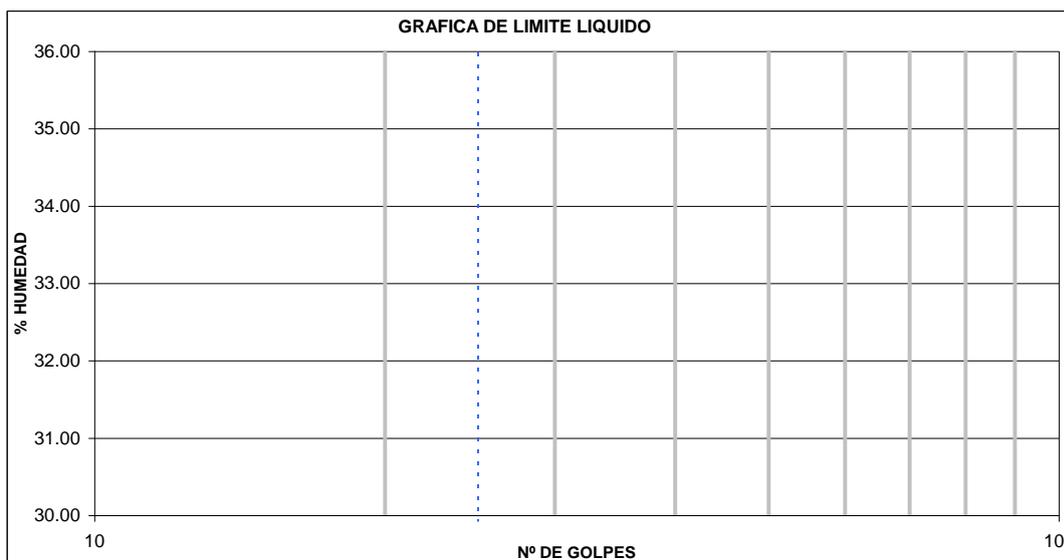


Tabla 16: Ensayo de material de relleno

MATERIAL DE RELLENO



PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN
CALICATA : C-1 M-1
LUGAR : MATERIAL PROPIO PARA RELLENO
FECHA : DICIEMBRE 2010

PROFUNDIDAD : 0.40-2.30 metros.
NIVEL FREÁTICO : NE
Ing. RESPONSABLE : A.V.L.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA

e.Nat.	1.60	Malla Nº 200	16.91
e.Min.	1.39	Ø sin corregir	32.72
e.Max.	1.87	Factor de correccion	86.09
Dr. %	51.47	Ø Corregido	28.17

FACTORES DE LA CAPACIDAD DE CARGA

Nc	=	26.13	Nc = (Nq - 1) cot Ø
Nq	=	14.99	Nq = tan (45 + Ø/2) e ^PI tanØ
N&	=	17.13	N& = 2(Nq + 1) tan Ø

PARAMETROS GEOTECNICOS

C	=	0.50	Cohesion kg/cm2
Df	=		Profundidad de Cimentacion (metros)
B	=		Ancho de la Cimentacion (metros)
&2	=	0.60	Densidad Natural del terreno por debajo del nivel de fondo de zapata sumergido o no (ton/m3)
&1	=	1.60	Densidad Natural del terreno por encima del nivel de fondo de zapata sumergido o no (ton/m3)
Fs	=	3.00	Factor de Seguridad

CIMENTACION PROPUESTA "CIMIENTO CORRIDO" Y CIMENTACION CUADRADA

$$Q_{ult} = \frac{2}{3} cN_c + \frac{1}{2} * \&2 * B * N\& + (\&1 * D_f) * N_q$$

$$Q_{ult} = 1.3 cN_c + 0.4 * \&2 * B * N\& + (\&1 * D_f) * N_q$$

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

CIMENTACION CORRIDA

ANCHO DE CIMENTACION B (m.)	PROF. DE CIMENTACION Df. (m)	C.POR.ULT. Qult Kg/cm2	C.PORT.ADM. Qadm Kg/cm2
1.50	1.50	4.27	1.42
2.00	2.00	5.41	1.80
2.00	2.50	5.86	1.95
2.00	3.00	6.30	2.10
*****	*****	*****	*****

CIMENTACION CUADRADA

C.POR.ULT. Qult Kg/cm2	C.PORT.ADM. Qadm Kg/cm2
4.69	1.56
5.69	1.90
6.14	2.05
6.58	2.19

RECOMENDACIONES

* SE PODRA ADOPTAR OTRO TIPO DE ZAPATA, DE ACUERDO AL DISEÑO DEL PROYECTISTA

Tabla 17: Ensayo de densidad en campo

J & A SOLUCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Jr. JOSE OLAYA N° 130 - TEF. 366287 CEL. (051) 951 525006

DENSIDAD INSITU "METODO CONO DE ARENA"

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN
CALICATA : C-1 M-1
FECHA : DICIEMBRE 2010

ZONA - UBICACIÓN					
Profundidad (cm.)		12 cm.			
Lado (Derecho, Eje, Izquierdo)					
Capa					
Nº de Pruebas		01			
1.- Peso del material + lata		3640.00			
2.- Peso de la lata		0.00			
3.- Peso neto del suelo + la grava (1)-(2)		3640.00			
4.- Peso de la arena + el frasco		6150.00			
5.- Peso de la arena que queda + el frasco		1900.00			
+ peso de la arena del embudo ()		1465.90			
6.- Peso neto de la arena empleada (4) (5)		2784.10			
7.- Densidad de la arena		1.31			
8.- Volumen del hueco (6) / (7)		2125.27			
9.- Peso de la grava secada al aire gr.		0.00			
10.- Volumen de la grava por desplazamiento		0.00			
11.- Peso del suelo (3)-(9)		3640.00			
12.- Volumen del suelo (8)-(10)		2125.27			
13.- Densidad del suelo seco humedo (11)/(12)		1.71			
14.- Humedad contenido del suelo (speedy)		7.11			
15.- Densidad del suelo seco (13)x100/(14)X100		1.60			
16.- Maxima densidad determinada en la curva					
17.- Porcentaje de compactación (15)/(16) (%)					
CONTROL DE HUMEDAD					
Recipiente Nº		01			
1, Suelo humedo + recipiente Gr.		456.20			
2, Suelo seco + recipiente		425.90			
3.-Peso del agua gr. (1-2)		30.30			
4.- Peso del Recipiente gr.		0.00			
5.- Suelo seco gr. (2-4)		425.90			
6.- % de humedad		7.11			

Tabla 18: Ensayo de densidad - Calicata 1



DENSIDAD MINIMA - DENSIDAD MAXIMA

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN **N.F.** NE
CALICATA : C-1 M-1 **PROFUNDIDAD** 0.40-2.30 metros.
LUGAR : MATERIAL PROPIO PARA RELLENO **ING. RESP.** A.V.L.
FECHA : DICIEMBRE 2010

DENSIDAD MAXIMA					
Determinación N°	CALICATA N° 01				
	M-1				
Peso del Molde + Muestra gr.	10320.00	10310.00			
Peso del Molde gr.	6368.00	6368.00			
Peso Unitario Húmedo gr.					
Peso Unitario Seco gr.	3952.00	3942.00			
Promedio de Densidad gr/cc.	1.87				

DENSIDAD MINIMA					
Determinación N°	CALICATA N° 01				
	M-1				
Peso del Molde + Muestra gr.	9301.00	9302.00			
Peso del Molde gr.	6368.00	6368.00			
Peso Unitario Húmedo gr.					
Peso Unitario Seco gr.	2933.00	2934.00			
Promedio Peso Unitario gr/cc.	1.39				

OBSERVACIONES :

Tabla 19: Estudio de Humedad natural - Calicata 1



HUMEDAD NATURAL

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN
CALICATA : C-1 M-1
FECHA : DICIEMBRE 2010

Descripcion	C-1		
Nº de Tara	0.3		
Peso suelo húmedo + Tara	456.50		
Peso del suelo seco + Tara	432.20		
Peso del agua	24.30		
Peso de la Tara	0.00		
Peso del suelo seco	432.20		
% de humedad	5.90		
*****	*****	*****	

Tabla 20: Estratigrafía - Calicata 1



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO	: CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS	PROFUND.	0.40-2.30 metros.
UBICACIÓN	: VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR	NIVEL FREATICO	: NE.
SOLICITANTE	: E.G.E SAN GABAN	METODO EXCAV	: Manual
FECHA	: DICIEMBRE 2010		
CALICATA	: C-1 M-1		Cielo Abierto

PROFUNDIDAD (m.)	CLASIFICACION	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRA OBTENIDA	ENSAYOS EFECTUADOS
0.10	SM		CARACTERISTICA EL TIPO DE SUELO ES ARENA LIMOSA, TIENE UN 30% DE PARTICULAS GRUESAS (CLASTOS RODADOS)	M-1	
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					

NOTA

Tabla 21: Análisis granulométrico - Calicata 1



ANALISIS GRANULOMETRICO

PROYECTO	: CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS	PROFUNDIDAD	0.40-2.30 metros.
UBICACION	: VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR		
SOLICITANTE	: E.G.E SAN GABAN	ING. RESPONSABLE	A.V.L.
CALICATA	: C-1 M-1		
LUGAR	: MATERIAL PROPIO PARA RELLENO		
FECHA	: DICIEMBRE 2010		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	NORMA : ASTM D422
3"	76.200			0.000	100.00		Peso Inicial : 1,256.20 Gr.
2 1/2"	63.500		0.000	0.000	100.00		Limite Liquido : 32.42%
2"	50.800		0.000	0.000	100.00		Limite Plastico : 29.69%
1 1/2"	38.100	180.9	14.401	14.401	85.60		Indice Plastico : 2.74%
1"	25.400	24.5	1.950	16.351	83.65		
3/4"	19.050	44.6	3.550	19.901	80.10		
1/2"	12.700	0.00	0.000	19.901	80.10		CLASIFICACION
3/8"	9.525	120.30	9.577	29.478	70.52		AASHTO : A-2-4 (0)
1/4"	6.350		0.000	29.478	70.52		SUCS : SM
Nº 4	4.760	65.30	5.198	34.676	65.32		Hum. Natural : _____
Nº 6	3.360		0.000	34.676	65.32		: _____
Nº 8	2.380		0.000	34.676	65.32		: _____
Nº 10	2.000	65.80	5.238	39.914	60.09		: _____
Nº 16	1.190		0.000	39.914	60.09		: _____
Nº 20	0.840		0.000	39.914	60.09		: _____
Nº 30	0.590		0.000	39.914	60.09		: _____
Nº 40	0.426	102.60	8.167	48.082	51.92		: _____
Nº 50	0.297		0.000	48.082	51.92		Observaciones :
Nº 80	0.177		0.000	48.082	51.92		
Nº 100	0.149	365.20	29.072	77.153	22.85		
Nº 200	0.074	74.60	5.939	83.092	16.91		
-200		212.40	16.908	100.000	-		

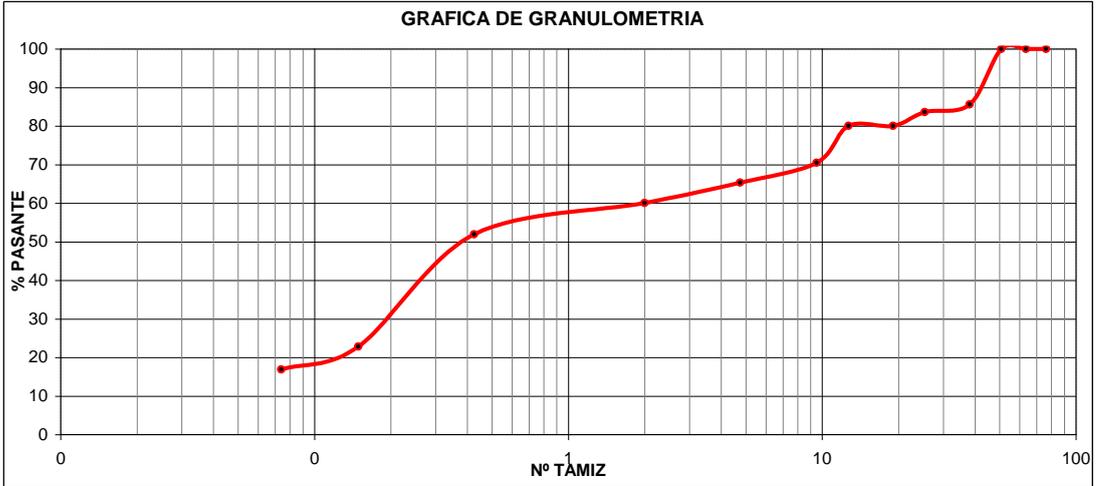


Tabla 22: Ensayo de constantes físicas - Calicata 1



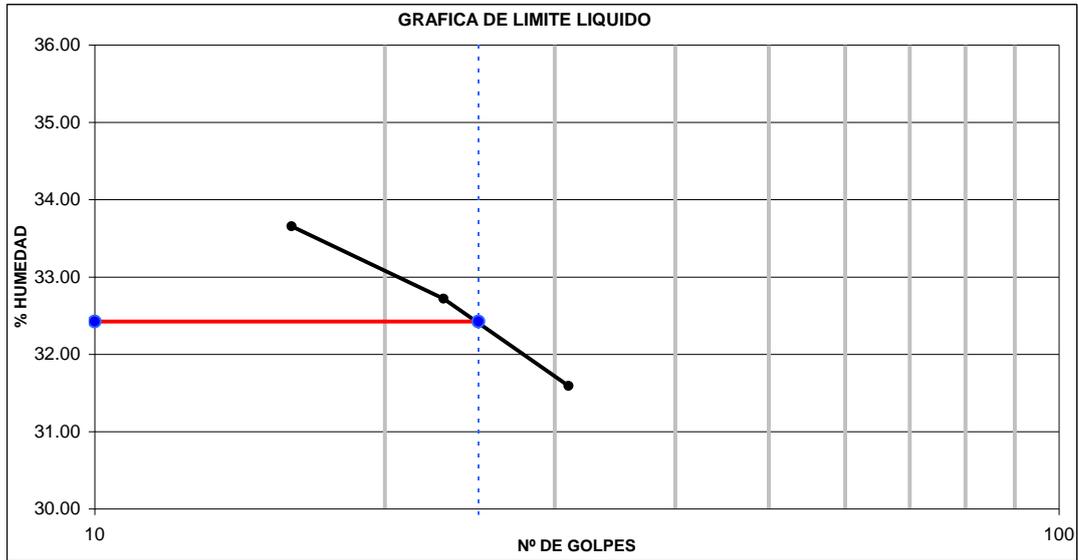
ENSAYOS DE CONSTANTES FISICOS

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACION : VILLA DE RESIDENTES CHUANI-ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E SAN GABAN **PROFUNDIDAD** : 0.40-2.30 metros.
CALICATA : C-1 M-1 **ING. RESPONSABLE** : 00-Ene-00
LUGAR : MATERIAL PROPIO PARA RELLENO
FECHA : DICIEMBRE 2010

LIMITE LIQUIDO				
Nro. De Tarro		05	06	07
T. + Suelo Húmedo	Gr.	28.56	27.89	28.74
T. + Suelo Seco	Gr.	25.30	24.70	25.26
Agua	Gr.	3.26	3.19	3.48
Peso del Tarro	Gr.	14.98	14.95	14.92
Suelo Seco	Gr.	10.32	9.75	10.34
% de Humedad		31.59	32.72	33.66
Nro. De Golpes		31	23	16

LIMITE PLASTICO				
Nro. De Tarro		21	22	
T. + Suelo Húmedo	Gr.	23.10	23.41	
T. + Suelo Seco	Gr.	21.20	21.50	
Agua	Gr.	1.90	1.91	
Peso del Tarro	Gr.	14.92	14.94	
Suelo Seco	Gr.	6.28	6.56	
% de Humedad		30.25	29.12	

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO		
L.L. = 32.42 %	L.P. = 29.69 %	I.P. = 2.74 %



DISEÑO DE CONCRETO

Tabla 23: Diseño de mezcla concreto 210kg/cm²



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c. = 210 Kg./cm²

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI- ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E. SAN GABAN
CANTERA : RIO SAN GABAN (hormigon)

FECHA : 21 DICIEMBRE 2010
ING. RESP. : A.V.L.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

DESCRIPCION		UNIDAD	CEMENTO	AGREGADOS	
PROCEDENCIA	JATUNMAYO		TIPO IP	FINO	GRUESO
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		Pulg.		1/16	3/4"
PESO UNITARIO SUELTO		Kg/m ³		1617	1523
PESO UNITARIO COMPACTO		Kg/m ³		1749	1579
PESO ESPECIFICO		gr./cc	2.99	2.22	2.55
ABSORCION		%		1.55	1.68
MODULO DE FINURA				2.98	6.81
CONTENIDO DE HUMEDAD		%		3.86	2.65

DOSIFICACION

F'c	SLUMP	CONTENIDO	RELACION	AIRE	CANTIDAD DE CEMENTO		MODULO DE FINURA
f'cr. Kg/cm ²	Pulg.	DE AGUA Lt.	A/C	(%)	Kg./m ³	bolsas	DEL AGR.GRUESO
310	1"-2"	200	0.536	2.00	373	8.78	5.00

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	PESO ESTIMADO SECO/m ³	VOLUMEN	DISEÑO	DISEÑO EN	DISEÑO UNIT.
		ABSOLUTO m ³	UNIT.SECA	OBRA	EN OBRA
CEMENTO	373.13	0.1248	1.00	373	1.00
AGREGADO FINO	654.16	0.2948	1.75	679	1.82
AGREGADO GRUESO	920.57	0.3604	2.47	945	2.53
AGUA (Ltros.)	200.00	0.2000	0.54	176	0.47
AIRE	2.00	0.0200			

0.655206

DOSIFICACION EN OBRA

DESCRIPCION	BOLSA/C=42.5 Kg.	PROPORCION
CEMENTO	42.50	1.00
AGREGADO FINO	77.38	1.70
AGREGADO GRUESO	107.63	2.51
AGUA	20.04	20.04 Ltros

OBSERVACION : EL DISEÑO DE MEZCLA ES TEORICO, REQUIERE SU COMPROBACION A LOS 7 Y 14 DIAS, PARA SU CORRECCION CORRESPONDIENTES.
 * EL AGUA ES VARIABLE SE DEBE CONTROLAR EN OBRA

Tabla 24: Peso específico y absorción de los agregados

J & A SOLUCIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 Jr. JOSE OLAYA N° 130 - TEF. 366287 CEL. (051) 951 525006

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI- ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E. SAN GABAN
CANTERA : RIO SAN GABAN **FECHA** DICIEMBRE 2010

AGREGADO FINO (ARENA) ASTM -128			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A) Peso material saturado superficialmente seca (en el a	gr.	381.2	
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	511.4	
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr.	892.6	
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr.	717.6	
E) Volumen de masa + volumen de vacios =C-D	cm3	175.0	
F) Peso material seco gr.	gr.	375.4	
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	169.2	
P.E. Bulk (base seca) = F/E	gr./cm3	2.15	
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	gr./cm3	2.18	
P.E. Aparente (base seca) = F/G	gr./cm3	2.22	2.22
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	1.55	1.55
PESO ESPECIFICO gr/cm3	2.22	% DE ABSORCION	
			1.55

AGREGADO GRUESO (ARENA) ASTM C-127			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A PESO MAT. SAT.SUP.SECA (AIRE)	gr.	1452.00	
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	gr.	869.00	
C VOL. DE MASA +VOL. DE VACIOS = A-B	cm3	583.00	
D PESO DE MAT. SECO EN SECO ESTUFA (105°C)	gr.	1428.00	
E VOLUMEN DE MASA =C-(A-D)	cm3	559.00	
P.E. BULK (base seca)=D/C	gr/cm3	2.45	
P.E. BULK (base saturada)=A/C	gr/cm3	2.49	
P.E. APARENTE (base seca)=D/E	gr/cm3	2.55	
% DE ABSORCION = ((A-D)/D)*100	%	1.68	
% DE POROSIDA = ((A-D)/E)*100	%	4.29	
PESO ESPECIFICO gr/cm3	2.55	% DE ABSORCION	
			1.68

Tabla 25: Peso Unitarios de los agregados



PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI- ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E. SAN GABAN **FECHA:** DICIEMBRE 2010
CANTERA : RIO SAN GABAN **ING. RESP.** A.V.L.

AGREGADO FINO (ARENA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	5692.00	5697.00	5688.00
PESO DEL MOLDE	gr.	4202.40	4202.40	4202.40
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	1489.60	1494.60	1485.60
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	921.36	921.36	921.36
PESO UNITARIO	Kg/m3	1616.74	1622.17	1612.40
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m3	1617.10		
PESO UNITARIO COMPACTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	5811.00	5815.00	5816.00
PESO DEL MOLDE	gr.	4202.40	4202.40	4202.40
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	1608.60	1612.60	1613.60
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	921.36	921.36	921.36
PESO UNITARIO	Kg/m3	1745.90	1750.24	1751.32
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m3	1749.15		
AGREGADO GRUESO (GRAVA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	9562.00	9571.00	9576.00
PESO DEL MOLDE	gr.	6350.70	6350.70	6350.70
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	3211.30	3220.30	3225.30
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	2114.00	2114.00	2114.00
PESO UNITARIO	Kg/m3	1519.06	1523.32	1525.69
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m3	1522.69		
PESO UNITARIO COMPACTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	9684.00	9692.00	9692.00
PESO DEL MOLDE	gr.	6350.70	6350.70	6350.70
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	3333.30	3341.30	3341.30
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	2114.00	2114.00	2114.00
PESO UNITARIO	Kg/m3	1576.77	1580.56	1580.56
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m3	1579.30		

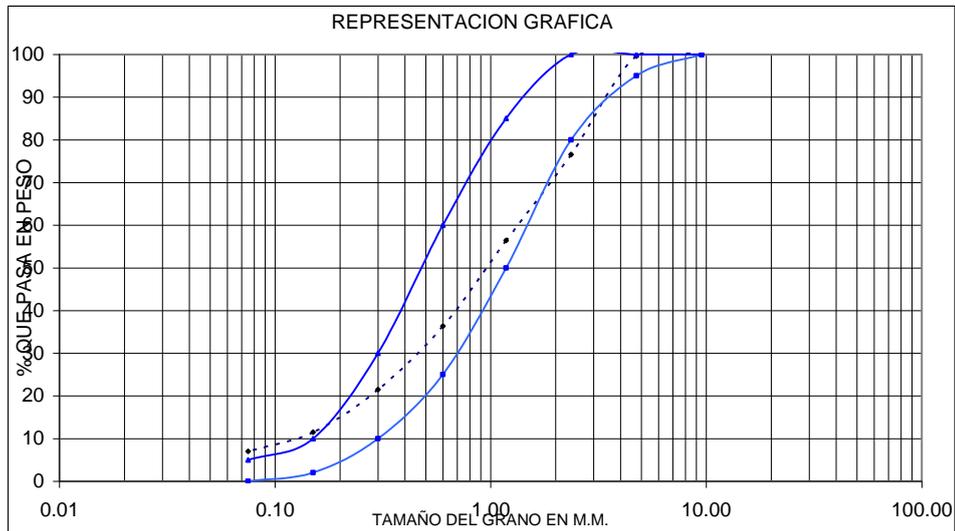
Tabla 26: Análisis granulométrico



ANALISIS GRANULOMÉTRICO

PROYECTO : CONSTRUCCION MURO DE ENCAUZAMIENTO Y OBRAS CONEXAS
UBICACIÓN : VILLA DE RESIDENTES CHUANI- ZONA SUR
SOLICITANTE : E.G.E. SAN GABAN **FECHA:** DICIEMBRE 2010
CANTERA : RIO SAN GABAN **ING. RESP** A.V.L.

TAMICES	Abertura	PESO	% RET.	% RET.	% QUE	ESPECIFICA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
ASTM	m.m.	RET.	PARCIAL	ACUMUL.	PASA	CIONES			
3"	76.20								
2 1/2"	63.50								
2"	50.80						PESO INICIAL :	3014.0	Gr
1 1/2"	38.10								
1"	25.40								
3/4"	19.05								
1/2"	12.70						LIMITE DE CONSISTENCIA		
3/8"	9.53				100	100	L.L. :	NP	%
1/4"	6.35						L.P. :	NP	%
Nº 4	4.75	11.00	0.4	0.4	99.6	95 - 100	I.P. :	NP	%
Nº 8	2.36	696.00	23.1	23.5	76.5	80 - 95	CLASIFICACION		
Nº 10	2.00	0.00	0.0	23.5	76.5		AASHTO		
Nº 16	1.18	606.00	20.1	43.6	56.4	50 - 85	SUCS		
Nº 20	0.85						Modulo de Fineza	2.98	
Nº 30	0.60	606.00	20.1	63.7	36.3	25 - 60	Peso Especifico		
Nº 40	0.42	0.00	0.0	63.7	36.3		Absorcion		
Nº 50	0.30	447.00	14.8	78.5	21.5	10 - 30	Humedad	3.86	%
Nº 80	0.18								
Nº 100	0.15	302.00	10.0	88.5	11.5	2 - 10			
Nº 200	0.08	135.00	4.5	93.0	7.0	0 - 5	% GRAVA	0.4	
BAND	0.00	211.00	7.0	100.0	0.0		% ARENA	92.63	
TOTAL				100.0			% FINOS	7.0	
% PERDIDA									



OBSEVACIONES :

ANEXO N° 3
TOMAS FOTOGRAFICAS DEL AREA DE ESTUDIO



Figura 67: Fotografía vista del lugar de socavación



Figura 68: Fotografía Barraje móvil aguas arriba del lugar de socavación



Figura 69: Fotografía vista mostrando la curva del río



Figura 70: Fotografía vista con parte del camino erosionado



Figura 71: Fotografía vista mostrando la zona erosionada



Figura 72: Fotografía vista mostrando el tipo de lecho del rio