



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo del diseño de estabilización de talud con concreto tradicional y
concreto proyectado, Villa María del Triunfo - Lima 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Egoavil Ordoñez, Alfaro Gavino (orcid.org/0000-0001-5508-5687)

ASESOR:

Mg. Minaya Vega, Leoncio Humberto (orcid.org/0000-003-3989-6513)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A mi señor padre Cesar Adrian Egoavil Vera quien en vida me inculco que no hay ninguna excusa cuando uno quiere ser un profesional en la vida, el querer está en uno. A mi esposa e hijos quienes fueron los que me acompañaron en este camino de cambio, Me motivaron mi dieron su respaldo para lograr mi objetivo.

Agradecimiento

Agradecer a nuestro señor Dios quien lo puede todo, quien es nuestro guía, quien acompaña nuestros pasos cada día, quien nos da las fuerzas y sabiduría para seguir adelante, agradecimiento a la universidad Cesar Vallejo quien hace posible que se cumpla mi sueño, gracias por la enseñanza recibida de los docentes quienes nos acompañaron en estos años de estudios, a mis compañeros de clases excelentes personas y excelentes profesionales ya que compartimos ideas, así como también discrepamos en muchas ocasiones lo que alimenta nuestro afán de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	14
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1.	Granulometría.....	23
Tabla 2.	Características Físicas Agregados Finos, gradación.....	25
Tabla 3.	Características Físicas Agregados Finos, gradación 01.....	26
Tabla 4.	Características Físicas Agregados Finos, gradación 01.....	28
Tabla 5.	Características Físicas Agregados Finos, gradación 02.....	29
Tabla 6.	Agregado Fino Gradación n° 02 – Concreto Proyectado.....	31
Tabla 7.	Granulometría n° 02 Arena Gradación n° 02.....	32
Tabla 8.	Control de agregado fino.....	35
Tabla 9.	Malla 200 Agregado fino.....	35
Tabla 10.	Malla 200 Agregado Huso 57.....	35
Tabla 11.	Malla 200 Agregado Fino (Gradación 02).....	36
Tabla 12.	Peso específico arena, gradación 1.....	36
Tabla 13.	Peso específico piedra, gradación 1.....	37
Tabla 14.	Peso específico arena, gradación 2.....	38
Tabla 15.	Diseño de Prueba – concreto Convencional 280 kg/ cm ²	41
Tabla 16.	Dosificación – concreto Convencional 280 kg/ cm ²	42
Tabla 17.	Ensayos de control – concreto Convencional 280 kg/cm ²	42
Tabla 18.	Pérdida de trabajabilidad (1).....	42
Tabla 19.	Resistencia a la compresión.....	43
Tabla 20.	Diseño de Prueba – concreto Convencional 280 kg/cm ²	43
Tabla 21.	Dosificación – concreto Convencional 280 kg/ cm ²	44
Tabla 22.	Ensayos de control – concreto Convencional 280 kg/cm ²	44
Tabla 23.	Pérdida de trabajabilidad (2).....	44
Tabla 24.	Resistencia a la compresión.....	45
Tabla 25.	Diseño de Prueba.....	45
Tabla 26.	Dosificación.....	46
Tabla 27.	Ensayos de control.....	46
Tabla 28.	Pérdida de trabajabilidad (3).....	46
Tabla 29.	Resistencia a la compresión.....	47
Tabla 30.	Diseño de Prueba.....	47
Tabla 31.	Dosificación.....	48
Tabla 32.	Ensayos de control.....	48

Tabla 33.	Pérdida de trabajabilidad (3)	48
Tabla 34.	Resistencia a la compresión	49

Índice de figuras

Figura 1.	Partes de un talud	11
Figura 2.	Estabilidad de taludes en roca	12
Figura 3.	Ensayo N°1 agregado Fino - Gradación 1	26
Figura 4.	Ensayo N°2 agregado Fino-Gradación 1	27
Figura 5.	Granulometría Agregado Huso 57	29
Figura 6.	Granulometría Agregado Huso 57	30
Figura 7.	Granulometría agregado Fino - Gradación 02	32
Figura 8.	Diagrama Granulometría Agregado Fino Gradación 02	33
Figura 9.	Resultado de Resistencia Compresión de Testigos 4 x 8	50

Resumen

La presente tesis se enfoca en la aplicación de un tipo de sostenimiento para la estabilización de talud como es el concreto lanzado vía húmeda teniendo en cuenta análisis comparativo con concreto tradicional y concreto proyectado.

Uno de los análisis a tener en cuenta es el factor de seguridad en condición estática y pseudoestática del talud ubicado en Villa María del Triunfo, utilizando el software Geo5. Para el modelamiento se recopiló información topográfica aplicándose el método de Equilibrio Límite dentro de ello el Método de Morgenstern-Price, Spencer y Janbu Generalizado para deslizamientos de forma poligonal. El método de investigación fue experimental – transversal, se describió los factores determinantes para la estabilidad de taludes y se aplicó teorías en aplicación normas aplicables.

Se aplica el concreto lanzado vía húmeda por su versatilidad para su aplicación ya que no requiere encofrados, se adapta al tipo de terreno como superficies con secciones irregulares, curvas y adquieren una resistencia inicial alta.

Palabras Clave: Estabilidad de taludes, técnicas de estabilización, deslizamientos, concreto, concreto lanzado via humeda, fibra, control de calidad

Abstract

This thesis focuses on the application of a type of support for slope stabilization such as wet shotcrete, taking into account comparative analysis with traditional concrete and shotcrete. One of the analyzes to take into account is the safety factor in static and pseudostatic conditions of the slope located in Villa María del Triunfo, using the Geo5 software. For modeling, topographic information was collected, applying the Limit Equilibrium method, including the Morgenstern-Price, Spencer and Janbu Generalized Method for polygonal landslides. The research method was experimental – transversal, the determining factors for slope stability were described and theories were applied in application of applicable standards. Wet sprayed concrete is applied due to its versatility in application since it does not require formwork, adapts to the type of terrain such as surfaces with irregular, curved sections and acquires a high initial resistance.

Keywords: Slope stability, stabilization techniques, landslides, concrete, wet shotcrete, fiber, quality control.

I. INTRODUCCIÓN

Villa María del Triunfo (VMT) es un distrito ubicado en el sur de Lima, Perú. Se caracteriza por su diversidad geográfica y cultural, así como por su activa comunidad. A continuación, te proporciono una visión general del distrito, fue creado oficialmente el 28 de diciembre de 1961. Su nombre proviene de un concurso realizado entre los primeros pobladores, en el que se decidió llamarlo "Villa María" en honor a la Virgen María y "del Triunfo" por el esfuerzo de los pioneros en la conquista de la tierra. El distrito se encuentra en una zona montañosa, lo que genera una topografía variada con cerros y pendientes. Este terreno ha influido en la urbanización y en la forma en que se han desarrollado las viviendas y las infraestructuras locales.

En el distrito de Villa María del Triunfo, Lima, los deslizamientos de tierra y los problemas de estabilidad de taludes representan un desafío significativo para la seguridad y el desarrollo urbanístico. La región, susceptible a eventos naturales como sismos y lluvias intensas, requiere de soluciones ingenieriles eficaces y sostenibles que aseguren la estabilidad de sus pendientes y protejan a las comunidades vulnerables. Tradicionalmente, la estabilización de taludes en esta área se ha realizado mediante la utilización de concreto tradicional. Sin embargo, en años recientes, el concreto proyectado ha ganado atención como una alternativa viable por sus potenciales beneficios en términos de versatilidad de aplicación, rapidez de ejecución y adherencia a superficies irregulares, lo que podría representar una mejora en la eficiencia y la durabilidad de los proyectos de estabilización.

No obstante, no existe suficiente información comparativa específica para el contexto de Villa María del Triunfo que permita a los ingenieros y tomadores de decisiones elegir de manera informada entre estas dos tecnologías. Esta falta de información detallada y contextualizada sobre la eficacia, costos, impacto ambiental y vida útil de estas soluciones estabilizadoras limita la capacidad de planificación y respuesta efectiva ante los desafíos geotécnicos del área. Por lo tanto, esta investigación busca llenar ese vacío de conocimiento mediante un análisis comparativo del diseño de estabilización de talud utilizando concreto tradicional y concreto proyectado,

específicamente en el contexto de Villa María del Triunfo. Este estudio no solo aspira a contribuir a la literatura existente, sino también a proporcionar recomendaciones prácticas y directrices claras para futuras intervenciones en la región y similares.

A nivel mundial, el campo de la estabilización de taludes se enfrenta a un desafío complejo, como señalan Gowthaman et al. (2019), centrado en mejorar las propiedades geotécnicas del suelo para prevenir deslizamientos y garantizar la estabilidad estructural de los taludes. Es crucial encontrar soluciones que no solo sean efectivas en términos de fortalecimiento del terreno, sino también económicamente viables, lo que implica minimizar los costos asociados con las intervenciones de estabilización. En concordancia, Löbmann et al. (2020) subrayan cómo el cambio climático, caracterizado por eventos meteorológicos extremos más frecuentes e intensos, cambios significativos en los patrones de precipitación y el aumento global de las temperaturas, está incrementando los riesgos asociados con la estabilidad de los taludes. Estas alteraciones climáticas no solo aumentan la probabilidad de deslizamientos y erosión, sino que también plantean interrogantes sobre las bases en las que se han desarrollado las estrategias convencionales de estabilización de taludes.

Por otro lado, Grattz et al. (2019) señalan que la caída de rocas ocupa el tercer lugar en términos de recurrencia como mecanismo de falla en la estabilización de taludes, representando un 12.9% de los mecanismos muestreados. Esta realidad subraya la necesidad urgente de desarrollar soluciones tecnológicas de ingeniería capaces de proteger contra estos procesos, lo que resalta aún más la complejidad de la problemática y la importancia de abordarla de manera integral y multidisciplinaria.

En todo el territorio peruano, la estabilización de taludes es una preocupación constante debido a la topografía montañosa y la presencia de zonas propensas a deslizamientos y erosión. Ante esta problemática, surge la necesidad de evaluar y comparar las estrategias de estabilización de taludes utilizando concreto tradicional y concreto proyectado. Según Carrera (2022), el Perú exhibe una diversidad geográfica notable, desde la costa desértica hasta la selva amazónica, cada una con condiciones

geotécnicas y climáticas únicas. Es esencial considerar estas disparidades al analizar la efectividad de las estrategias de estabilización de taludes. Por otro lado, Cabello (2023) señala que el país está expuesto a una serie de riesgos naturales, como terremotos, lluvias intensas y deslizamientos de tierra. Por lo tanto, la selección de la estrategia de estabilización adecuada debe tener en cuenta la capacidad de resistencia frente a estos eventos. De acuerdo con Leguía & Céspedes (2021), en Perú se registran aproximadamente 150 incidentes anuales relacionados con deslizamientos de tierra por inestabilidad de taludes, particularmente en regiones con topografía compleja y condiciones meteorológicas adversas. Este número resalta la necesidad crítica de implementar soluciones de ingeniería efectivas y adaptadas a las características geológicas y climáticas locales.

En el distrito de Villa María del Triunfo, la estabilidad de los suelos arenosos representa un desafío considerable para la construcción de infraestructura, según Pérez y Romero (2021) destacan que, particularmente en excavaciones para cimentaciones que alcanzan hasta dos metros de profundidad, la práctica de mantener taludes verticales a 90° conduce a una notable inestabilidad. Este fenómeno ha sido confirmado mediante análisis de estabilidad de taludes, evidenciando que tales configuraciones no son sostenibles en el tipo de suelo predominante en la región. Para Jara (2021) la investigación y aplicación de métodos de estabilización que sean capaces de adaptarse a las condiciones geotécnicas desafiantes de Villa María del Triunfo son cruciales. Además, es imperativo desarrollar o adaptar tecnologías que no solo estabilicen los taludes, sino que también aseguren la integridad de las obras y la seguridad de los trabajadores y residentes de las áreas afectadas. De acuerdo con Bardales (2022) aproximadamente el 40% de los accidentes registrados en las zonas de ladera del distrito de Villa María del Triunfo se deben a una inadecuada estabilización de taludes.

Bajo el análisis de la problemática identificada, surgen los siguientes cuestionamientos: ¿De qué manera el diseño de concreto se relaciona con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023? Además, de manera más

específica: ¿De qué manera la caracterización del agregado se relaciona con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023?; ¿De qué manera el insumo se relaciona con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023?; ¿De qué manera los ensayos de control se relacionan con su uso para la estabilización de taludes en el Sector, Zarumilla - Lima 2023?

Desde un enfoque práctico, esta investigación busca brindar información precisa y útil para los profesionales del sector de la construcción y la ingeniería civil. Al comparar los resultados y eficacia de ambos métodos, se podrá determinar cuál ofrece un mayor grado de estabilidad y durabilidad en las condiciones específicas de Villa María del Triunfo. Esto permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas en futuros proyectos de desarrollo urbano, optimizando recursos y minimizando riesgos asociados a deslizamientos de tierra. A nivel social, la estabilización de taludes adquiere un significado aún más profundo. No se trata solo de asegurar la infraestructura, sino de proteger la vida y el bienestar de las comunidades que habitan en estas zonas vulnerables. Al mejorar las prácticas de estabilización de taludes, se contribuye directamente a la seguridad y calidad de vida de los habitantes de Villa María del Triunfo, reduciendo el riesgo de accidentes y tragedias relacionadas con movimientos de tierra. La importancia de esta investigación radica en su potencial para influir en futuras prácticas de construcción y desarrollo urbano en Villa María del Triunfo y más allá. Los resultados obtenidos no solo beneficiarán a esta comunidad en particular, sino que también servirán como referencia y guía para proyectos similares en otras áreas urbanas y periurbanas con desafíos similares de estabilización de taludes.

Se planteó como objetivo principal: analizar la relación que existe entre el diseño de concreto tradicional y concreto proyectado para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023. De manera más específica: Analizar la relación que existe la caracterización de agregado y su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo – Lima 2023; Analizar la relación que existe entre los insumos para concreto y su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023; Analizar la relación que existe entre los ensayos de control y su uso para la estabilización de talud,

Villa María del Triunfo- Lima 2023.

Como hipótesis general, se plantea que: el diseño de mezcla de concreto Shotcrete se relaciona de manera significativa con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023. En cuanto a las hipótesis específicas: La caracterización del agregado se relaciona de manera significativa con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023; Los insumos se relaciona de manera significativa con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo – Lima 2023; El ensayo de control se relaciona de manera significativa con su uso para la estabilización de talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023.

II. MARCO TEÓRICO

El estudio llevado a cabo por Tsige et al. (2020) tuvo como propósito principal realizar un análisis exhaustivo de la estabilidad de taludes a lo largo de un corredor vial, integrando el efecto de las raíces de las plantas para explorar alternativas ecológicamente sostenibles destinadas a mejorar la estabilidad de taludes poco profundos en zonas montañosas de transporte. La población estudiada abarcó las pendientes a lo largo de dicho corredor vial. La muestra se compuso de las cinco especies de plantas seleccionadas para el análisis. Este estudio se enmarca dentro de la categoría de investigación aplicada y experimental, utilizando métodos directos para evaluar la influencia de las raíces de las plantas en la estabilidad de los taludes, mediante el empleo de análisis cuantitativos y modelización. Concluyeron que la incorporación de raíces de plantas en los taludes condujo a una mejora significativa en el factor de seguridad (FOS) de entre un 22% y un 34%. Sin embargo, se observó un efecto decreciente de la vegetación en la estabilidad del talud a medida que aumentaba la humedad del suelo. Además, el análisis de sensibilidad evidenció que una menor distancia entre las plantas potenciaba el efecto de la vegetación en la estabilidad, mientras que la modificación del ángulo del talud mediante una combinación de raíces de plantas ejercía un impacto sustancial en la estabilización del talud.

El estudio realizado por Kashani et al. (2020) tuvo como propósito principal llevar a cabo una revisión exhaustiva de las aplicaciones de la optimización por enjambre de partículas (PSO) en diversos problemas de ingeniería geotécnica. Posteriormente, se realizó un exhaustivo estudio computacional utilizando varias variantes de PSO para abordar específicamente la estabilidad de taludes. La muestra comprendió diversas variantes de PSO empleadas en este estudio computacional para resolver el problema específico de ingeniería geotécnica relacionado con la estabilidad de taludes. Este estudio se encuadra en la categoría de investigación aplicada y experimental, al utilizar métodos computacionales para evaluar el rendimiento de diferentes variantes de PSO en la solución de problemas de ingeniería geotécnica. Concluyeron que la estabilidad

de taludes es un aspecto fundamental en la ingeniería geotécnica que requiere una atención cuidadosa y continua. A lo largo de este estudio, se ha demostrado que la estabilidad de los taludes puede ser afectada por una variedad de factores, incluyendo la geometría del talud, las características del suelo, la presencia de agua y la actividad sísmica.

El estudio realizado por Wang et al. (2021) tuvo como propósito principal evaluar y optimizar el diseño de una red neuronal artificial combinada con un algoritmo de optimización de algoritmo genético para el cálculo de los factores de seguridad de estabilidad de taludes en un talud puramente cohesivo. La población de interés en esta investigación estuvo conformada por taludes de naturaleza puramente cohesiva. Para llevar a cabo el estudio, se utilizaron 630 análisis de elementos finitos del equilibrio límite, de los cuales 189 se asignaron como conjuntos de datos de prueba y 441 como conjuntos de datos de entrenamiento para los modelos predictivos. Este estudio se encuadra dentro del ámbito de la investigación aplicada y experimental. concluyeron que la combinación del algoritmo genético con el perceptrón multicapa (MLP) ofrece una metodología eficaz y rentable para el diseño de la estabilidad de taludes. A través de una exhaustiva evaluación y optimización de los parámetros del modelo, se logró obtener resultados prometedores en la predicción de la estabilidad de taludes. Esta herramienta resulta de gran utilidad para los ingenieros geotécnicos al tomar decisiones relacionadas con la estabilidad de taludes de manera eficiente y económica.

El estudio liderado por Zhang et al. (2022) se centró en desarrollar un método innovador basado en el aprendizaje en conjunto para prever la estabilidad de taludes, incorporando las técnicas de Random Forest y Extreme Gradient Boosting. La población analizada comprendió los incidentes de deslizamientos de tierra registrados en el Condado de Yunyang, Chongqing, China. La muestra de estudio incluyó un total de 786 casos de deslizamientos de tierra en dicha región. Este trabajo se enmarca dentro del ámbito de la investigación aplicada y experimental, destacando por su enfoque innovador para abordar problemas relacionados con la estabilidad de taludes.

Concluyeron el método propuesto, basado en el aprendizaje en conjunto, ofrece una vía prometedora para prever de manera precisa y fundamentada el estado de los taludes. Se concluye que este enfoque podría ser aplicado con éxito en otras áreas propensas a deslizamientos de tierra, contribuyendo así a fortalecer las medidas de prevención y mitigación de desastres en estas regiones vulnerables.

El estudio llevado a cabo por Gong et al. (2020) se enfocó en desarrollar un marco de diseño optimizado para pilotes de estabilización, considerando la interacción entre los pilotes y la pendiente, así como la variabilidad espacial de los parámetros geotécnicos. El objetivo era mejorar el rendimiento del diseño de los pilotes de estabilización. La población de interés en este estudio fueron los pilotes de estabilización utilizados a nivel global para estabilizar pendientes o prevenir deslizamientos. La muestra del estudio incluyó casos específicos de diseño de pilotes de estabilización en pendientes terrestres. Este estudio se clasifica como investigación aplicada. Concluyeron que el nuevo marco de diseño optimizado para pilotes de estabilización, que considera la interacción entre los pilotes y la pendiente, así como la variabilidad espacial de los parámetros geotécnicos, demostró mejoras significativas en la robustez del diseño en comparación con los enfoques convencionales. Esto sugiere que el nuevo marco de diseño puede ser una herramienta efectiva para mejorar el rendimiento y la eficiencia del diseño de pilotes de estabilización en pendientes y deslizamientos terrestres, lo que podría tener un impacto positivo en la seguridad y estabilidad de las infraestructuras en áreas propensas a deslizamientos.

La investigación realizada por Poquioma & Pariona (2023) se centró en encontrar una solución eficaz para estabilizar los taludes y acantilados ubicados en la Costa Verde del distrito de Magdalena del Mar, los cuales han experimentado deslizamientos recurrentes en las últimas tres décadas. El estudio se enfocó en los taludes y acantilados de la Costa Verde como la población de interés, y se llevó a cabo un análisis de nueve diseños de mezclas de concreto proyectado elaboradas en un entorno de laboratorio. Esta investigación se clasifica como aplicada y experimental. Los investigadores concluyeron que la mezcla óptima de concreto proyectado, que

utilizaba cemento tipo HS y una relación agua/cemento (a/c) de 0.40, mostró un desempeño superior en cuanto a fluidez, tiempo de fraguado, masa unitaria, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Además, se determinó que esta técnica de estabilización era más rentable en comparación con otros sistemas analizados, lo que la convierte en una opción viable y competitiva para abordar los problemas de deslizamientos en los taludes y acantilados de la Costa Verde.

Ramírez & Reupo (2020) llevaron a cabo un estudio cuyo propósito principal era examinar dos alternativas para prevenir deslizamientos en un tramo de 150 metros a lo largo de la ribera del río Rímac, situado en el distrito de San Juan de Lurigancho, particularmente durante períodos de crecidas. El foco de interés comprendió este segmento específico a lo largo de la ribera del río. La muestra consistió en dos tipos de muros propuestos: muros de concreto armado y Muros Krainer. Esta investigación fue clasificada como aplicada y experimental. concluyeron que tanto los análisis estáticos como pseudoestáticos confirmaron que ambos tipos de muros cumplían con los criterios necesarios para asegurar su estabilidad. Sin embargo, el análisis de costos reveló que la construcción del Muro Krainer resultaba más rentable en comparación con la construcción del muro de contención de concreto armado. Yañez (2021) se propuso estudiar exhaustivamente el Sistema ERDOX en la estabilización de taludes en carreteras, enfocándose en el proceso constructivo. La investigación se centró en los taludes de la carretera IIRSA Sur, específicamente en el Tramo 2, como población de interés. La muestra comprendió el área afectada por el deslizamiento del talud. Este estudio se enmarca dentro de la categoría de investigación aplicada y descriptiva. concluyó que el sistema ERDOX demostró ser altamente efectivo en la restauración del nivel de la vía y la estabilidad de taludes afectados por deslizamientos. Se resalta su capacidad para reducir los riesgos inherentes a la pérdida de estabilidad en carreteras, lo que contribuye significativamente a la seguridad vial y la integridad de la infraestructura de transporte.

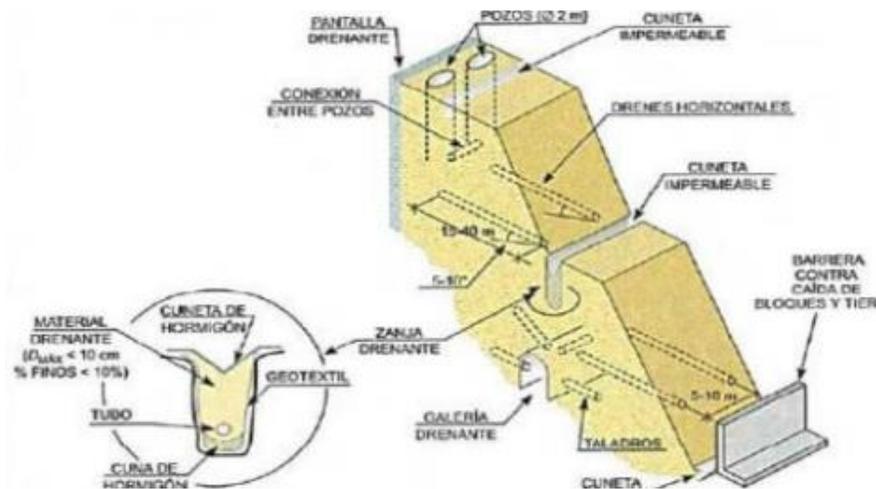
El propósito principal de la investigación realizada por González & Valverde (2021) fue analizar el comportamiento geotécnico y determinar la opción más adecuada de

contención para el suelo arenoso presente en los taludes del Asentamiento Humano Los Laureles en Villa El Salvador. La población de interés comprendió los taludes en dicho asentamiento, y la muestra consistió en dos tipos de muros de contención. Este estudio fue clasificado como aplicado y descriptivo. Concluyó que el Muro de Llantas se destacó como la alternativa más económica para el primer corte, debido a su fácil construcción y coste reducido. Para el segundo corte, el Muro de Pircas fue identificado como la opción más apropiada en términos económicos. Además, se sugirió considerar la implementación de un muro de concreto, a pesar de su mayor costo inicial, debido a la topografía del área. Esto implica que una combinación de soluciones podría ser la más óptima para enfrentar los retos asociados con la estabilización de los taludes en la región. Definición conceptual de la variable dependiente diseño de concreto Shotcrete según Fernandez (2019) esta variable se refiere al proceso detallado y la planificación empleada para elaborar una mezcla específica de concreto proyectado, diseñada para aplicaciones particulares como la estabilización de taludes, la construcción de túneles y revestimientos. El concreto Shotcrete se distingue por su capacidad para ser proyectado a alta velocidad sobre una superficie mediante una manguera y boquilla, endureciéndose rápidamente para conformar una estructura sólida y duradera.

La primera dimensión, denominada caracterización del agregado según Zavaleta et al. (2020), se enfoca en evaluar las propiedades físicas y químicas de los agregados utilizados en la mezcla de concreto shotcrete. Esto implica examinar aspectos como el tamaño, la forma, la densidad, la absorción de agua y la granulometría del agregado. Es fundamental entender que la calidad y el tipo de agregado seleccionado tienen un impacto significativo en la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad del concreto final. Por otro lado, la segunda dimensión, denominada insumos para el concreto según Anchiraico (2023), abarca los diversos componentes que se incluyen en la mezcla de concreto, además de los agregados. Esto comprende el cemento, el agua, los aditivos y las fibras. La proporción y la calidad de cada uno de estos insumos son aspectos cruciales para determinar las propiedades del concreto shotcrete, como su resistencia a la compresión, elasticidad y tiempo de fraguado. Finalmente, la tercera

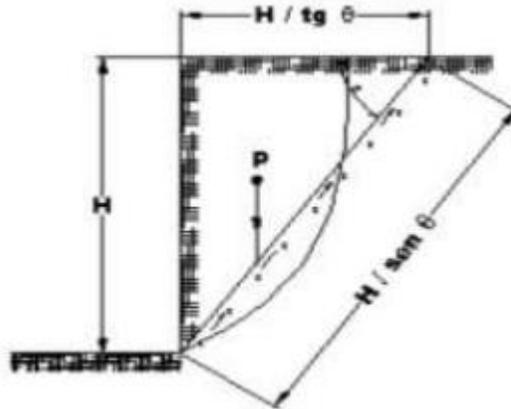
dimensión, conocida como ensayos de control según Aire & Aguilar (2021), representa los procedimientos de control de calidad realizados tanto en el laboratorio como en el campo para garantizar que la mezcla de concreto shotcrete cumpla con los estándares y especificaciones requeridas. Esto implica llevar a cabo ensayos de compresión, flexión, adherencia y durabilidad, entre otros. Estos ensayos son esenciales para verificar la consistencia y anticipar el comportamiento del concreto bajo diversas condiciones ambientales y de carga. Definición conceptual de la variable independiente estabilización de talud según Valiente et al. (2016) esta variable es el conjunto de técnicas y estrategias empleadas para prevenir o mitigar el riesgo de colapso, deslizamiento o erosión en un talud natural o artificial. Además, este proceso implica la aplicación de medidas físicas, mecánicas o biotécnicas diseñadas para reforzar la estructura del talud y mejorar su resistencia frente a las fuerzas externas que podrían comprometer su estabilidad, como la gravedad, la erosión hídrica, la presión del agua subterránea, entre otros factores.

Figura 1. Partes de un talud



Fuente: Breña (2019)

Figura 2. Estabilidad de taludes en roca



Fuente: Guillén (2004)

La primera dimensión, denominada factor de seguridad según Camacho (2021) implica el cálculo y análisis metódico del factor de seguridad del talud. Este factor representa la capacidad del talud para resistir las fuerzas que podrían ocasionar su colapso. Se evalúan minuciosamente las cargas aplicadas al talud, así como la resistencia del suelo y otros elementos pertinentes para determinar si el talud se encuentra en un equilibrio estable o si existe algún riesgo potencial de falla. Por otro lado, la segunda dimensión, denominada topografía según Alberca & Rondo (2020) se centra en la configuración del terreno donde se localiza el talud, la cual desempeña un papel fundamental en su estabilización. Además, esta dimensión considera aspectos como la inclinación del terreno, la presencia de irregularidades, la altura del talud y su cercanía a otras estructuras o elementos que puedan influir en su estabilidad. Estos elementos son analizados minuciosamente para desarrollar medidas de estabilización adecuadas y efectivas.

Finalmente, la tercera dimensión, conocida como estudio de suelo según Arqueñiva & Romero (2021) implica la realización de estudios geotécnicos exhaustivos y el análisis detallado de las características del suelo en la zona donde se encuentra el talud. Se examinan las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como su tipo, composición, resistencia, permeabilidad y capacidad de drenaje. Estos datos son esenciales para

comprender el comportamiento del suelo y diseñar estrategias de estabilización que se adapten de manera óptima a sus características particulares.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada es aquella que busca resolver problemas prácticos o aplicar conocimientos teóricos existentes para abordar necesidades específicas en campos como la tecnología, la medicina o la ingeniería. Se centra en la generación de soluciones prácticas, productos o procesos que tienen aplicaciones directas en la industria o en la sociedad. A diferencia de la investigación pura o básica, la investigación aplicada se caracteriza por su orientación hacia la acción y la utilidad inmediata. Utiliza métodos experimentales o computacionales para desarrollar y validar soluciones innovadoras que contribuyan al avance y desarrollo en diversos campos de aplicación. En este caso se analizará una realidad y a partir de ellos se procederá a plantear un análisis comparativo entre ambas metodologías.

Enfoque de Investigación. -

La investigación cuantitativa es un enfoque metodológico utilizado en el ámbito científico para recopilar y analizar datos numéricos con el objetivo de responder preguntas de investigación específicas y probar hipótesis. Se caracteriza por la recolección de datos estructurados y cuantificables, que se analizan utilizando técnicas estadísticas y matemáticas. Se caracteriza por su énfasis en la objetividad y la medición precisa de variables. Utiliza métodos estructurados y estandarizados, como encuestas, experimentos y análisis estadísticos, para recopilar datos cuantificables que pueden ser analizados de manera sistemática. Este tipo de investigación busca establecer relaciones causales o correlaciones entre variables, proporcionando resultados que pueden generalizarse a poblaciones más amplias. La investigación cuantitativa es fundamental en disciplinas como la psicología, la sociología, la economía y la salud, entre otras. Para la investigación esta se enmarcará en la metodología cuantitativa, ya que se dedicará a recoger, procesar y analizar datos cuantitativos. Este proceso consiste en poder recoger información de la realidad con la finalidad de procesarlo y obtener resultados de las variables los cuales podemos evidenciar con los ensayos de laboratorio.

Diseño de investigación

El diseño experimental es una metodología utilizada en investigación para planificar y llevar a cabo estudios que permitan investigar las relaciones de causa y efecto entre variables. Este enfoque se emplea en una amplia gama de disciplinas científicas, desde la psicología y la medicina hasta la ingeniería y la agricultura.

Nuestro planteamiento es experimental, toda vez que se realizaron ensayos a nivel comparativo entre ambas metodologías.

3.2. Variables y operacionalización

Se identifica para la investigación 2 Tipo de Variables :

- Diseño de Concreto Lanzado
- Estabilización de talud

Variable 1: Diseño de Concreto lanzado

Definición Conceptual

Moncca (2015) refiere que la importancia del Diseño de concreto a nivel de laboratorio y control sobre las propiedades y características del concreto lanzado, en sus estados inicial y final ,con relación a los requisitos de diseño planteado. Asimismo,

Yáñez (2014) define la importancia del control (ensayos) de los agregados que generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos y los tipos de aditivos que suelen emplearse en la elaboración de concretos, no sólo para modificar sus propiedades en los estados fresco y endurecido, sino también por el costo que representa ya que hay casos en que el uso de un aditivo puede ser el único medio factible para obtener el resultado requerido.

Definición Operacional

Consiste en la realización de ensayos a nivel de laboratorio de los insumos a emplear en el diseño de concreto para realizar la validación de diseño a nivel de laboratorio.

Dimensiones

- Caracterización de agregados
- Insumos para concreto
- Control de Calidad

Indicadores

- Granulometría
- Revenimiento
- Concreto en estado Fresco y Endurecido

Escala de medición

- Resistencia a 7, y 28 días.

Variable 2: Estabilización de Talud

Definición Conceptual

Pineaud et al. (2010) con referencia Las microfibras sintéticas sostiene que estas fibras pueden mejorar las propiedades del concreto endurecido, que pueden mejorar la resistencia al corte y la ductilidad del material. es un tipo de sostenimiento que se usa en construcción de túneles con hormigón proyectado porque tiene requisitos de ductilidad. Asimismo.

Ning et al. (2019) describe que las propiedades mecánicas y la tenacidad a la flexión son un rendimiento crítico que representa la capacidad de soporte del hormigón proyectado. La tenacidad a la flexión también se puede utilizar para evaluar el rendimiento posterior a la fisuración, que depende principalmente de la fibra.

Definición Operacional

Diseño de concreto sin fibra y con fibra con diferentes dosificaciones de fibra y muestrear probetas a 7, y 28 para verificar la performance del concreto comparativo entre ambos diseños.

Dimensión

- Factor de Seguridad
- Topografía
- Estudio de suelos

Escala de Medición

- Software GEO5
- Levantamiento Topográfico
- Ensayos de laboratorio

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

En este estudio la población está compuesta por los ensayos de caracterización de agregados, verificación de la calidad de los insumos de agregados, los controles de calidad del concreto en estado fresco y endurecido, así como los resultados de los muestreos de probetas, Por lo tanto, la población será finita ya que consistirá en todas las muestras prismáticas y cilíndricas de concreto serán analizadas según norma NTP 339.034 (compresión).

En muchos casos, no es posible analizar toda la población por cuestiones de tiempo y recursos humanos. Es por ello por lo que debe trabajarse con una parte “Muestra” (Chaudhuri, 2018).

- **Criterios de inclusión:**

El criterio de inclusión estará basado en las cualidades del agregado fino como parte importante en la fabricación de hormigón ya que este insumo ocupa el 60% a 70% del volumen en 1 m³ de concreto.

Resultados de control de concreto en estado fresco y endurecido (Resistencia f_c)

desde la perspectiva de (Garrido, 2012) “son los que permiten definir a los participantes que formarán parte de la población de estudio.

Criterios de exclusión:

Arias et, al (2016) se refiere a las condiciones o características que presentan los participantes y que pueden alterar o modificar los resultados, que en consecuencia los hacen no elegibles para el estudio.

Los insumos o materia prima deben tener las especificaciones de calidad para la elaboración del concreto, en el caso del agregado fino que ocupa el mayor volumen en el concreto debe la gradación(granulometría) y malla 200 estar dentro de los parámetros de la norma para ser considerada para apta la realizar lo ensayos caso contrario no se puede utilizar ya que alteraría o perjudicaría el diseño de mezcla a realizar

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas de Investigación

Según Arias (2012) el proyecto de Investigación. Pag. 67, Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Esto debido a que se realizaran pruebas a nivel de laboratorio de caracterización de agregados, de ensayos de concreto en estado fresco y endurecido con la finalidad que verificar que se cumplan los requisitos de diseños de mezcla.

Se debe tener en cuenta las recomendaciones normativas como el ACI 211-1 Proporciona miento de mezclas de concreto.

Observación Directa

La aplicación de la observación directa nos permitirá visualizar y evaluar los resultados de los diferentes ensayos y resultados que se realizan en la fase de implementar y proponer un diseño de mezcla.

Asimismo, de tener en cuenta que las técnicas son particulares y específicas de una disciplina, por lo que nos servirán de complemento al método científico, el cual es de aplicabilidad general, y una de las técnicas es la observación la cual puede ser estructura y no estructurada.

La observación es una técnica que consiste en visualizar en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. Arias (2012) el proyecto de Investigación. Pag. 69

Instrumentos de recolección de datos .

Los instrumentos que nos permiten la recolección de datos y guardar la información son las fichas , los cuestionarios realizados, fotografías, videos etc.

Para Palella y Martín, (2017: 125), es cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información

Validez

La validez debe estar enfocada a que las preguntas o ítems que deben tener una correspondencia directa con los objetivos de la investigación. Es decir, las interrogantes consultarán sólo aquello que se pretende conocer o medir. Los cuales deben tener relación directa con los objetivos del proyecto.

La validez es firmada por 3 expertos quienes evaluaron cada enunciado de los cuestionarios con la finalidad de establecer la validez y observar cualquier desvío y se puede elaborar un version definitiva

Confiabilidad

Goetz y LeCompte (1988), señalan que la confiabilidad representa el nivel de concordancia interpretativa entre diferentes observaciones, evaluadores o jueces del mismo fenómeno.

En esta presente investigación será necesaria que los instrumentos o equipos que se utilizan para los ensayos de laboratorio y campo tengan los certificados de calibración externa ya que ello nos permitirán tener información confiable de los resultados obtenidos.

3.5 Procedimientos

Según Gómez (1993) señala que: " El principal objetivo del procedimiento es el de obtener la mejor forma de llevar a cabo una actividad, considerando los factores del tiempo, esfuerzo y dinero". (p.61).

Para realizar el diseño de mezcla se seguirá una secuencia de actividades preliminares para obtener los datos necesarios.

- Estudio de las especificaciones del proyecto
- Definición de la resistencia a compresión f_c
- Determinación de Slump (Superplastificante)

- Estimación de la cantidad de agua
- Relación agua / cemento
- Granulometría de agregados
- Cantidad de agregado fino
- Cantidad de Fibra
- Ajuste x humedad
- Ajuste del diseño de Mezcla

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis de datos es un proceso sistemático utilizado para examinar, interpretar y comprender la información recopilada en una investigación o estudio. Consiste en aplicar técnicas y herramientas estadísticas, matemáticas o cualitativas para examinar los datos y extraer conclusiones significativas. Este método implica varias etapas, que pueden incluir la limpieza y preparación de los datos, la identificación de patrones, la realización de pruebas estadísticas, la creación de visualizaciones y la interpretación de resultados. El objetivo final del análisis de datos es obtener información relevante que pueda utilizarse para responder preguntas de investigación, validar hipótesis o tomar decisiones informadas.

3.7 Aspectos éticos

la investigación es original y respeta los derechos de autor en cada referencia que se ha utilizado. Los datos obtenidos en la investigación son fidedignos y se cuenta con la autorización para la aplicación de los instrumentos.

Los resultados de los ensayos se realizó en laboratorios autorizados en controles de calidad de concreto, los ensayos están enfocada en las variables diseño de concreto shotcrete via humeda y el uso de la fibra sintética adicionado al concreto para darle un comportamiento estructural. Se cito según normas APA y también aplicando las normas de la universidad.

IV. RESULTADOS

Estabilización de talud con Concreto convencional y concreto lanzado vida húmeda

El concreto convencional y concreto proyectado son materiales de endurecimiento rápido para obras civiles y aplicaciones para estabilización, soporte de estructuras y para aplicaciones de hormigón sin utilizar moldes o encofrados, el concreto es uno de los productos más usados en el sector construcción y se usa en diversos tipos de proyecto y en diferentes tipos de encofrados ya que el concreto es moldeable según su necesidad.

El hormigón proyectado requiere de la interacción de 3 elementos principales el operador de lanzado, la máquina o robot lanzado y el producto. el operador de lanzado requiere habilidad y capacitación técnica y debe confiar plenamente en la máquina y en el material de hormigón proyectado.

El material de concreto proyectado es un diseño de mezcla de hormigón que está determinado por los requisitos de la aplicación y los parámetros determinados. Por ejemplo, la granulometría máxima a 12 mm, (agregado fino gradación n° 2) un aumento del contenido cementante y el uso de aditivos especiales para para controlar las propiedades del producto.

En la actualidad existen dos procesos para el hormigón proyectado:

Vía seca: (genera alto desperdicio de material)

Vía húmeda (proceso que mejora la eficiencia y genera mínimo desperdicio)

requisitos de la mezcla:

Trabajabilidad (bombeo, aplicación) resistencia y durabilidad

Alta resistencia inicial

Tiempos de mantención prolongados

Bajo rebote

La mezcla o dosificación de concreto debe realizarse por peso y en una planta de premezclado aplicado al método de lanzado vía húmeda, luego del cual es transportados por equipos mixer el cual gira a mínima velocidad para mantener el

concreto homogenizado y trasegar el producto a los equipos de lanzado

La mezcla de hormigón proyectado preparada se proyecta sobre el sustrato a alta presión (Presión neumática) 3.5 a 6 bar que se compacta al contacto con el sustrato y se forma instantáneamente una estructura de hormigón completamente compactada. Dependiendo del revenimiento del concreto y dosis de acelerante de fragua, se puede aplicar a cualquier elevación, incluso verticalmente por encima de la cabeza.

El hormigón o el mortero proyectados se utilizan para diversas aplicaciones

Estabilización de excavación de túneles y minería

estabilización de taludes

aplicación a cualquier altura porque el hormigón proyectado se adhiere inmediatamente

Aplicación para estructuras sin encofrado

Aplicación a sustratos irregulares y con buena adherencia

Cemento

El tipo de cemento utilizado Tipo I Cemento Portland de uso general (norma técnica Peruana NTP – 334.009 y Norma Técnica Americana ASTM C-150)

Que dentro de sus propiedades podemos enumerar:

Rápido desarrollo de resistencias iniciales

Buena trabajabilidad

Tiempos de desencofrado menores

Excelente desarrollo de resistencias iniciales en shotcrete

Mantenimiento del slump

Este tipo de cemento se aplica en todo tipo de construcciones generales y de gran envergadura cuando no se requiere características especiales o no requiere otro tipo de cemento

Agregado

Para los ensayos de agregados se realizaron la caracterización de agregados

agregado concreto convencional

agregado Concreto proyectado

Tabla 1. Granulometría

Tamiz	Porcentaje en Peso que pasa por tamices individuales		
	Gradación n°1	Gradación n°2	Gradación 3
3/4" (19mm)	-	-	100
1/2" (12mm)	-	100	80-95
3/8" (10mm)	100	90-100	70-90
N°4 (4.75mm)	95-100	70-85	50-70
N°8 (2.4mm)	80-100	50-70	35-55
N°16 (1.2mm)	50-85	35-55	20-40
N°30 (600µm)	25-60	20-35	10-30
N°50 (300µm)	10-30	8-20	5-17
N°100 (100µm)	2-10	2-10	2-10

Granulometría NTP 400.012 (ASTM C 136)

Los tamices para granulometría son herramientas utilizadas en laboratorios de ingeniería civil y materiales de construcción para clasificar y analizar el tamaño de las partículas de agregados como la arena y la piedra. Están compuestos por una serie de mallas metálicas con aberturas de tamaño estándar y están diseñados para retener partículas de ciertos tamaños mientras dejan pasar otras.

Los tamices están disponibles en diferentes diámetros y alturas, y están fabricados según estándares internacionales como ASTM (American Society for Testing and Materials) o ISO (Organización Internacional de Normalización). Cada tamiz se identifica con el diámetro de la abertura de la malla, que puede variar desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros, dependiendo del rango de tamaños de partículas que se desee analizar.

El proceso de granulometría implica pasar una muestra de agregado a través de una serie de tamices, comenzando con el tamiz de mayor apertura en la parte superior y progresando hacia aberturas más pequeñas en los tamices inferiores. Después de un

tiempo de agitación estándar, se pesa la cantidad de material retenido en cada tamiz y se registra el peso acumulado de las fracciones retenidas en función del tamaño de la malla.

Los resultados del análisis granulométrico se presentan comúnmente como una curva granulométrica, que muestra el porcentaje acumulado de masa que pasa a través de cada tamaño de tamiz. Esta información es fundamental para comprender la distribución de tamaños de partículas en un agregado y su idoneidad para diferentes aplicaciones en la construcción.

La NTP 400.037 es una norma técnica peruana emitida por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), la cual establece los requisitos para la granulometría del agregado fino (arena) utilizado en la fabricación de concreto. Esta norma define los criterios y los métodos de ensayo para determinar la distribución de tamaños de partículas de la arena, lo cual es fundamental para garantizar la calidad y la consistencia del concreto producido. La norma NTP 400.037 proporciona directrices específicas sobre los procedimientos de muestreo, preparación de muestras y análisis granulométrico de la arena, incluyendo el uso de tamices estándar y la interpretación de los resultados obtenidos. Al seguir esta norma, los laboratorios y las empresas de construcción pueden asegurar que la arena utilizada en la fabricación de concreto cumpla con los requisitos de granulometría necesarios para obtener mezclas de concreto de calidad y rendimiento óptimos. En resumen, la NTP 400.037 es una norma técnica que establece los requisitos y los procedimientos para la granulometría del agregado fino (arena) en el contexto de la industria de la construcción en Perú. Su cumplimiento es importante para garantizar la calidad y la consistencia del concreto utilizado en proyectos de construcción en el país.

Ensayos de Agregados Diseño de Concreto Convencional

- Agregado Fino

MF = Módulo de finura

TM= Tamaño máximo

%F = Porcentaje de finos

Tabla 2. Características Físicas Agregados Finos, gradación

MF	3.100
TM	3/8"
%F	4.98

La granulometría de la arena se refiere a la distribución de tamaños de partículas que componen este material. Es un factor importante en el diseño de mezclas de concreto y otros materiales de construcción, ya que influye en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. La granulometría se describe típicamente mediante curvas granulométricas que muestran el porcentaje acumulado de masa de la arena retenida en cada tamaño de tamiz estándar. Una arena con una granulometría adecuada tendrá una distribución de tamaños de partículas que cumpla con los requisitos específicos del proyecto. Una granulometría bien graduada, que incluya una variedad de tamaños de partículas, puede mejorar la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad del concreto al proporcionar una mejor compactación y una mayor resistencia al desgaste.

Por otro lado, una granulometría mal graduada, con una distribución desigual de tamaños de partículas, puede resultar en una mezcla de concreto menos homogénea y más propensa a la segregación y la formación de bolsas de aire. Esto puede afectar negativamente la calidad y la resistencia del concreto. Por lo tanto, es importante realizar pruebas de granulometría en la arena para evaluar su distribución de tamaños de partículas y asegurar que cumpla con los requisitos de diseño del proyecto. Esto se puede hacer utilizando tamices estándar y realizando un análisis granulométrico para determinar el porcentaje de masa retenida en cada tamaño de tamiz.

Figura 3. Ensayo N°1 agregado Fino - Gradación 1

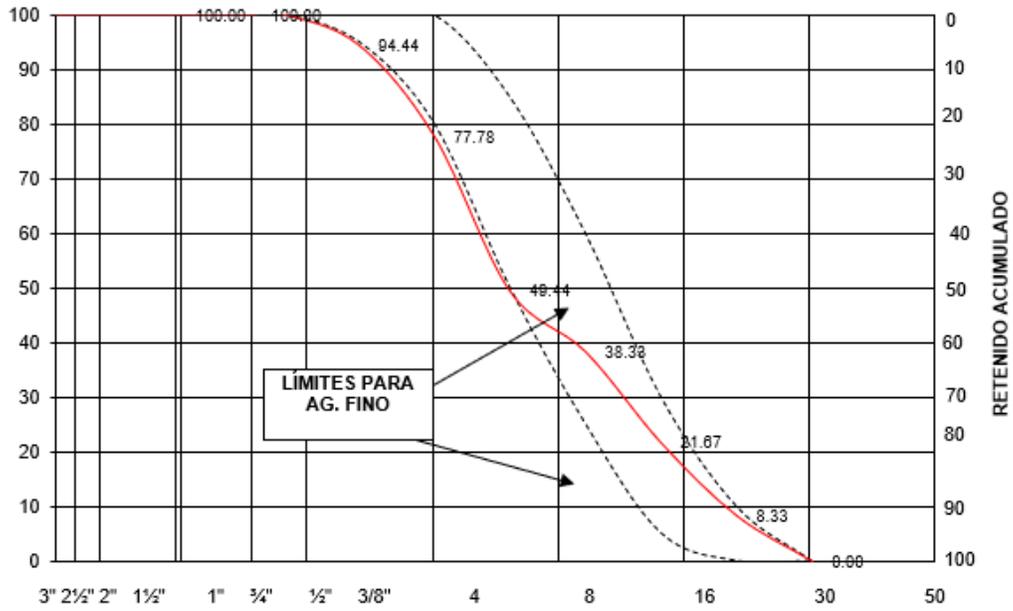
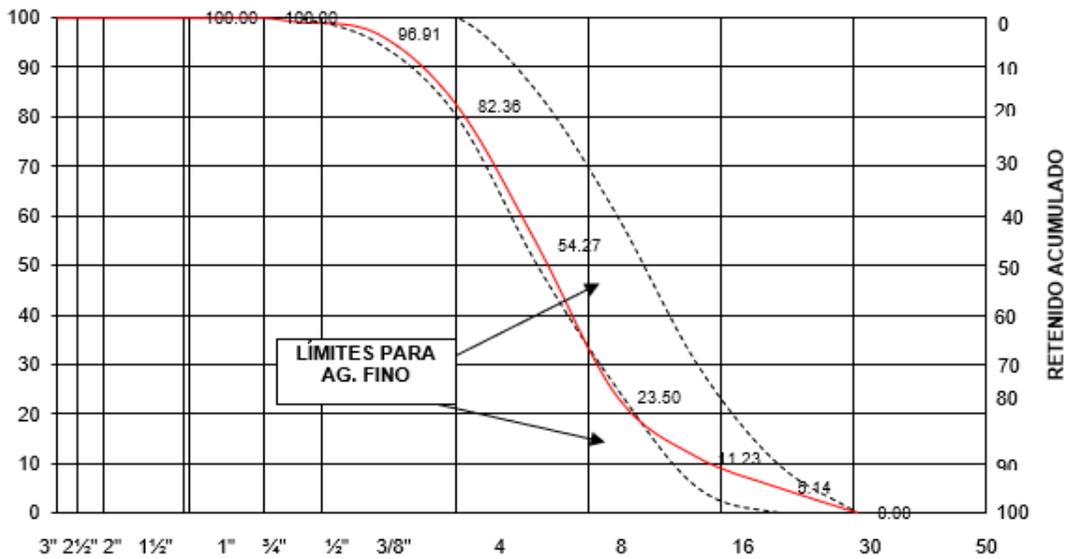


Tabla 3. Características Físicas Agregados Finos, gradación 01

MF	3.27
TM	3/8"
%F	3.39

Figura 4. Ensayo N°2 agregado Fino-Gradación 1



Cuando la arena utilizada en la fabricación de concreto contiene un alto porcentaje de finos, como en este caso, puede tener varios efectos negativos en las propiedades y el rendimiento del concreto:

- Reducción de la trabajabilidad:** Los finos en exceso pueden aumentar la demanda de agua del concreto, lo que puede resultar en una mezcla más seca y menos manejable. Esto puede dificultar la colocación y el acabado del concreto, lo que podría comprometer la calidad del trabajo final.
- Disminución de la resistencia:** Un exceso de finos puede afectar la adherencia entre las partículas de agregado grueso y la pasta de cemento, lo que puede reducir la resistencia a la compresión del concreto. Además, los finos pueden atrapar aire en la mezcla, lo que también puede debilitar la resistencia del concreto.
- Aumento del riesgo de segregación:** Los finos en exceso pueden hacer que la mezcla de concreto sea más propensa a la segregación, es decir, la separación de los agregados gruesos y finos durante la manipulación y colocación. Esto puede resultar en una distribución no uniforme de los materiales en la estructura final, comprometiendo su integridad y resistencia.
- Mayor posibilidad de expansión por reacción álcali-sílice (RAS):** Los finos en exceso pueden contener materiales reactivos que, cuando están en contacto con el cemento y la humedad, pueden generar una expansión que compromete la

durabilidad y la estabilidad a largo plazo del concreto, en nuestro caso el porcentaje de finos de la arena = 3.39% cumpliendo así con la normativa vigente.

El módulo de fineza es una medida utilizada para caracterizar la finura de la arena y otros agregados finos en la fabricación de concreto. Se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulativos en cada una de una serie de tamices estándar, y dividiendo el resultado por 100. En esencia, el módulo de fineza proporciona una indicación de la distribución del tamaño de las partículas en la arena. Un módulo de fineza más alto indica que la arena es más fina, con una distribución de partículas más uniforme, mientras que un módulo de fineza más bajo indica una arena más gruesa, con una distribución de partículas más amplia. La arena con un módulo de fineza adecuado es importante para lograr una mezcla de concreto con las propiedades deseadas en términos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad. El módulo de fineza se utiliza comúnmente en el diseño de mezclas de concreto para garantizar una proporción adecuada de arena y otros agregados en la mezcla. Un valor específico de módulo de fineza puede ser requerido para ciertas aplicaciones de concreto, y puede variar según los estándares de diseño y las especificaciones del proyecto. En general, se busca mantener un equilibrio entre la trabajabilidad y la resistencia del concreto al seleccionar la arena con un módulo de fineza apropiado, en nuestro caso el porcentaje de finos de la arena = 3.27 cumpliendo así con la normativa vigente.

Tabla 4. Características Físicas Agregados Finos, gradación 01

MF	7.13
TM	1 1/2"
%F	0.80

Figura 5. Granulometría Agregado Huso 57

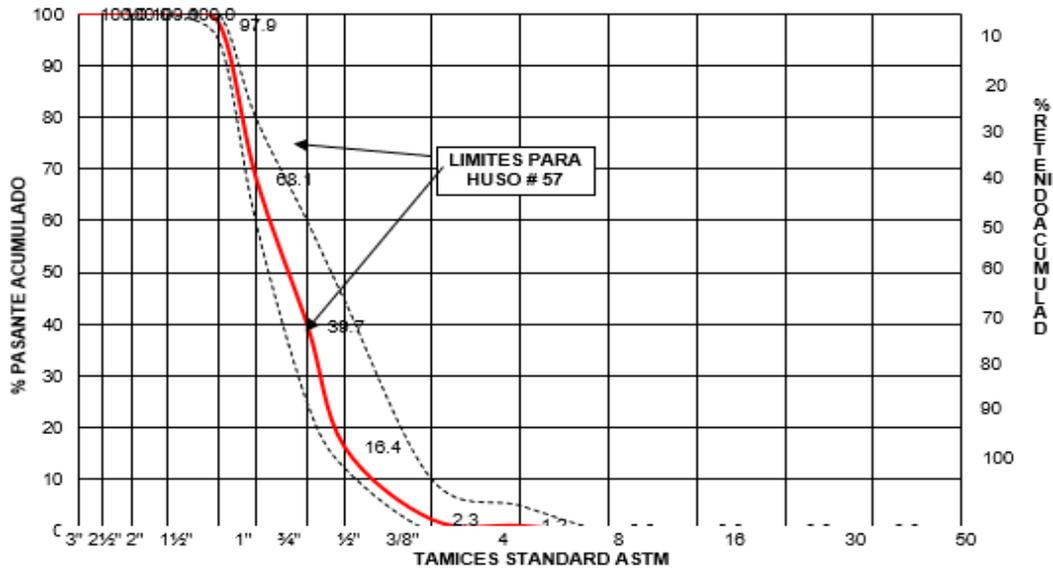
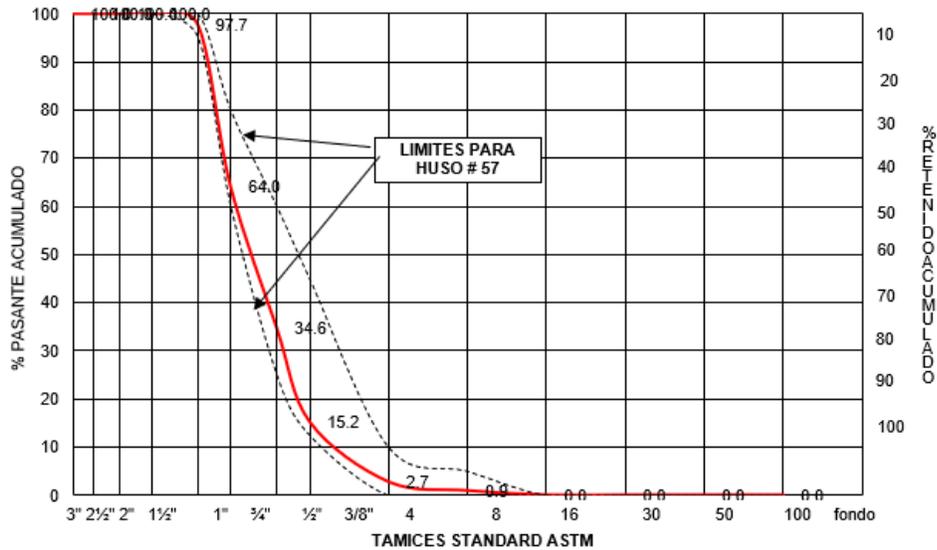


Tabla 5. Características Físicas Agregados Finos, gradación 02

MF	7.18
TM	1 1/2"
%F	0.98

Figura 6. Granulometría Agregado Huso 57



El tamaño máximo nominal en la piedra, también conocido como tamaño máximo nominal del agregado grueso, es una especificación importante en la fabricación de concreto y otros materiales de construcción. Se refiere al tamaño máximo de las partículas de piedra o agregado grueso que se utilizan en la mezcla de concreto.

Este tamaño máximo nominal se especifica en milímetros o pulgadas y varía dependiendo del tipo de estructura, el método de colocación y las especificaciones del proyecto. Por ejemplo, para concreto estructural típico, el tamaño máximo nominal puede ser de 19 mm (3/4 de pulgada) o 25 mm (1 pulgada), mientras que para concreto masivo o de relleno, se pueden utilizar tamaños mayores.

El tamaño máximo nominal en la piedra afecta varias propiedades del concreto, incluyendo la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad. Un tamaño mayor puede aumentar la resistencia del concreto, pero también puede afectar la trabajabilidad, especialmente en mezclas con una relación agua/cemento baja. Por otro lado, un tamaño menor puede mejorar la trabajabilidad, pero podría requerir más cemento para alcanzar la resistencia deseada. En resumen, el tamaño máximo nominal en la piedra

es una especificación crítica que debe tenerse en cuenta durante el diseño de mezcla de concreto para garantizar que el concreto cumpla con los requisitos de rendimiento y durabilidad del proyecto específico, en nuestro caso el TMN = 1 1/2" cumpliendo así con la normativa vigente.

La granulometría de la piedra se refiere a la distribución de tamaños de partículas que componen este material pétreo. Al igual que en el caso de la arena, la granulometría de la piedra es un aspecto crucial en el diseño de mezclas de concreto y otros materiales de construcción, ya que afecta directamente las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. Una piedra con una granulometría adecuada tendrá una distribución equilibrada de tamaños de partículas que cumpla con los requisitos específicos del proyecto. Una granulometría bien graduada, que incluya una variedad de tamaños de partículas, puede mejorar la resistencia y durabilidad del concreto al proporcionar una mejor compactación y una mayor resistencia al desgaste. Por otro lado, una granulometría mal graduada, con una distribución desigual de tamaños de partículas, puede dar como resultado una mezcla de concreto menos homogénea y más propensa a la segregación y a la formación de bolsas de aire. Esto puede afectar negativamente la calidad y la resistencia del concreto. Es importante realizar pruebas de granulometría en la piedra para evaluar su distribución de tamaños de partículas y asegurar que cumpla con los requisitos de diseño del proyecto. Esto se puede hacer utilizando tamices estándar y realizando un análisis granulométrico para determinar el porcentaje de masa retenida en cada tamaño de tamiz.

Tabla 6. Agregado Fino Gradación n° 02 – Concreto Proyectado

MF	3.75
TM	1/2"
%F	5.70

Figura 7. Granulometría agregado Fino - Gradación 02

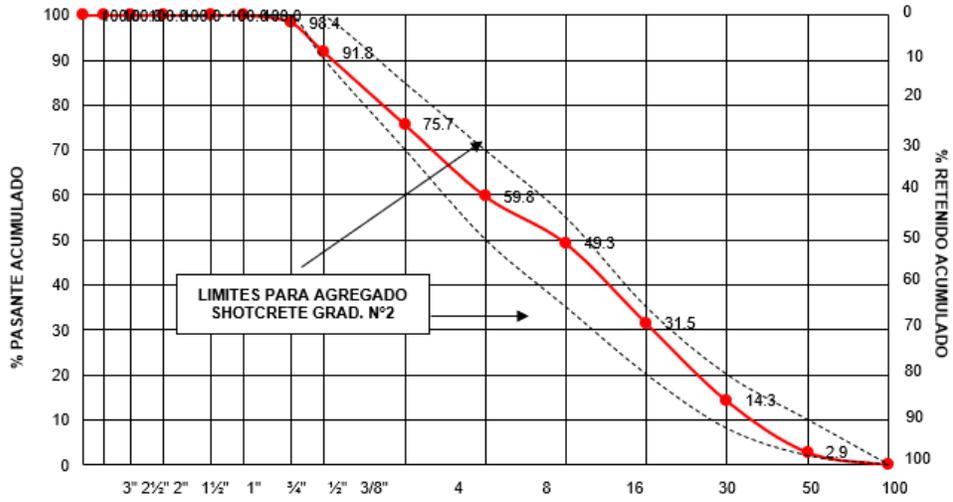
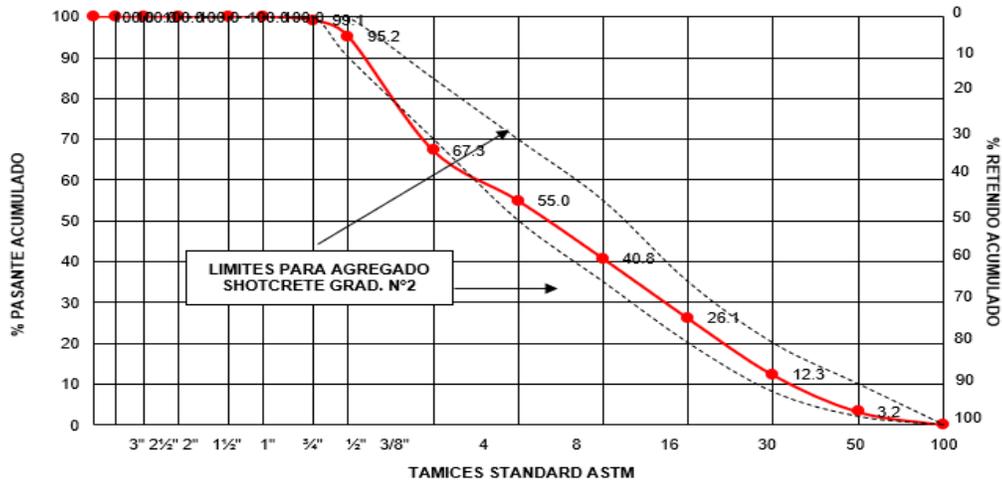


Tabla 7. Granulometría n° 02 Arena Gradación n° 02

MF	4.00
TM	1/2"
%F	3.90

Figura 8. Diagrama Granulometría Agregado Fino Gradación 02



Cuando la arena utilizada en la fabricación de concreto contiene un alto porcentaje de finos, como en este caso, puede tener varios efectos negativos en las propiedades y el rendimiento del concreto:

- Reducción de la trabajabilidad:** Los finos en exceso pueden aumentar la demanda de agua del concreto, lo que puede resultar en una mezcla más seca y menos manejable. Esto puede dificultar la colocación y el acabado del concreto, lo que podría comprometer la calidad del trabajo final.
- Disminución de la resistencia:** Un exceso de finos puede afectar la adherencia entre las partículas de agregado grueso y la pasta de cemento, lo que puede reducir la resistencia a la compresión del concreto. Además, los finos pueden atrapar aire en la mezcla, lo que también puede debilitar la resistencia del concreto.
- Aumento del riesgo de segregación:** Los finos en exceso pueden hacer que la mezcla de concreto sea más propensa a la segregación, es decir, la separación de los agregados gruesos y finos durante la manipulación y colocación. Esto puede resultar en una distribución no uniforme de los materiales en la estructura final, comprometiendo su integridad y resistencia.
- Mayor posibilidad de expansión por reacción álcali-sílice (RAS):** Los finos en exceso pueden contener materiales reactivos que, cuando están en contacto con el cemento y la humedad, pueden generar una expansión que compromete la

durabilidad y la estabilidad a largo plazo del concreto, en nuestro caso el porcentaje de finos de la arena = 3.90% cumpliendo así con la normativa vigente.

El módulo de fineza es una medida utilizada para caracterizar la finura de la arena y otros agregados finos en la fabricación de concreto. Se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulativos en cada una de una serie de tamices estándar, y dividiendo el resultado por 100. En esencia, el módulo de fineza proporciona una indicación de la distribución del tamaño de las partículas en la arena. Un módulo de fineza más alto indica que la arena es más fina, con una distribución de partículas más uniforme, mientras que un módulo de fineza más bajo indica una arena más gruesa, con una distribución de partículas más amplia. La arena con un módulo de fineza adecuado es importante para lograr una mezcla de concreto con las propiedades deseadas en términos de trabajabilidad, resistencia y durabilidad. El módulo de fineza se utiliza comúnmente en el diseño de mezclas de concreto para garantizar una proporción adecuada de arena y otros agregados en la mezcla. Un valor específico de módulo de fineza puede ser requerido para ciertas aplicaciones de concreto, y puede variar según los estándares de diseño y las especificaciones del proyecto. En general, se busca mantener un equilibrio entre la trabajabilidad y la resistencia del concreto al seleccionar la arena con un módulo de fineza apropiado, en nuestro caso el porcentaje de finos de la arena = 4.00 cumpliendo así con la normativa vigente.

Malla 200

El porcentaje que pasa el tamiz 200, es el valor resultante del tamizaje de un material granular fino, a través de un tamiz específico (# 200), que tiene 200 aberturas en una pulgada (25,4 mm).

Si el % es mayor 5% hay exceso de fino en la arena lo que puede ocasionar inconvenientes a la mezcla de concreto como la pérdida de su consistencia rápidamente.

Tabla 8. Control de agregado fino

Analisis Granulometrico y Malla 200	15/10/2023	4.98
Analisis Granulometrico y Malla 200	15/10/2023	3.39
	Ds	1.12
	X _{prom}	4.19
	X _{prom} (Mes)	4.19

Tabla 9. Malla 200 Agregado fino

Documento	Fecha de ensayo	% de pasante malla 200
Analisis Granulometrico y Malla 200	15/10/2023	0.80
Analisis Granulometrico y Malla 200	15/10/2023	0.98
	Ds	0.13
	X _{prom}	0.89
	X _{prom} (Mes)	0.89

Tabla 10. Malla 200 Agregado Huso 57

Descripción	Fecha de ensayo	% de pasante malla 200
Analisis Granulometrico y Malla 200	17/10/2023	3.90
Analisis Granulometrico y Malla 200	17/10/2023	5.70
	Ds	1.27
	X _{prom}	4.80
	X _{prom} (Mes)	4.80

Tabla 11. Malla 200 Agregado Fino (Gradación 02)

Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino

Este procedimiento de prueba aborda la evaluación de la densidad media de un conjunto de partículas de agregado (excluyendo el espacio vacío entre las partículas), así como la densidad relativa (gravedad específica) y la capacidad de absorción del agregado.

Tabla 12. Peso específico arena, gradación 1

Material:	Peso específico	Absorción (%)
Arena Gradación 1	g/cm ³	
Resultado	2.545	2.440

La absorción en la arena para concreto es la capacidad que tiene este material para absorber agua. Este parámetro es importante en el diseño de mezclas de concreto ya que afecta la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla con la trabajabilidad adecuada y las propiedades deseadas de resistencia y durabilidad. La normativa que regula la absorción de la arena para concreto varía según el país y las regulaciones locales. Sin embargo, algunas normas internacionales ampliamente utilizadas incluyen: ASTM C33/C33M: Esta norma de la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) establece los requisitos estándar para los agregados pétreos utilizados en la fabricación de concreto. Incluye especificaciones para la absorción de agua de la arena.

El peso específico de la arena para concreto es una medida de su densidad en relación con el agua. Se expresa típicamente en unidades de kilogramos por metro cúbico (kg/m³) o libras por pie cúbico (lb/ft³). El peso específico de la arena puede variar dependiendo de varios factores, incluyendo la composición mineralógica, la forma de

las partículas y el grado de compactación. En promedio, el peso específico de la arena para concreto suele estar en el rango de 2,200 a 2,700 kg/m³ (aproximadamente 140 a 170 lb/ft³). Sin embargo, este valor puede variar significativamente según la fuente de la arena y las condiciones locales. El peso específico de la arena es importante en el diseño de mezclas de concreto porque afecta la cantidad de agua y cemento necesaria para producir una mezcla con las propiedades deseadas en términos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Un peso específico más alto indica una arena más densa, lo que puede requerir más agua para lograr una mezcla adecuadamente trabajable. Por otro lado, un peso específico más bajo puede requerir menos agua, pero puede afectar la resistencia y durabilidad del concreto. En nuestro caso el peso específico de piedra es de: 2.545 g/cm³.

Tabla 13. Peso específico piedra, gradación 1

Material: Piedra Gradación 1	Peso específico g/cm ³	Absorción (%)
Resultado	2.645	1.010

El peso específico de la piedra para concreto es una medida de su densidad en relación con el agua. Se expresa típicamente en unidades de kilogramos por metro cúbico (kg/m³) o libras por pie cúbico (lb/ft³). El peso específico de la piedra puede variar dependiendo de varios factores, incluyendo el tipo de piedra, su composición mineralógica y la compactación.

En promedio, el peso específico de la piedra para concreto suele estar en el rango de 2,400 a 2,900 kg/m³ (aproximadamente 150 a 180 lb/ft³). Sin embargo, este valor puede variar significativamente según el tipo de piedra y las condiciones locales.

El peso específico de la piedra es importante en el diseño de mezclas de concreto porque afecta la cantidad de agua y cemento necesaria para producir una mezcla con las propiedades deseadas en términos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Una

pedra más densa puede requerir más agua para lograr una mezcla adecuadamente trabajable, mientras que una piedra menos densa puede requerir menos agua, pero puede afectar la resistencia y durabilidad del concreto.

En resumen, el peso específico de la piedra para concreto es un parámetro importante que debe considerarse durante el diseño de mezclas para garantizar un concreto de calidad y rendimiento óptimos. En nuestro caso el peso específico de arena es de: 2.645 g/cm³.

Tabla 14. Peso específico arena, gradación 2

Material: Arena Gradación 2	Peso específico g/cm ³	Absorción (%)
Resultado	2.527	2.354

El agregado fino, como la arena, desempeña un papel crucial en la preparación y aplicación del shotcrete, también conocido como concreto proyectado. Aquí hay algunas formas en que el agregado fino influye en el shotcrete: **Trabajabilidad:** La arena fina contribuye a la trabajabilidad del shotcrete, permitiendo que la mezcla tenga la consistencia adecuada para ser proyectada con facilidad a través de una manguera de shotcrete. Una cantidad adecuada de arena en la mezcla ayuda a controlar la viscosidad y la cohesión, lo que facilita su aplicación en superficies verticales u horizontales. **Adherencia:** La presencia de arena fina en el shotcrete mejora la adherencia del material proyectado a la superficie de aplicación, ya sea un sustrato de concreto existente, roca u otra superficie. Esto asegura una unión sólida y duradera entre el shotcrete y el sustrato, proporcionando estabilidad y resistencia estructural. **Estabilidad y resistencia:** La arena fina contribuye a la densidad y la resistencia del shotcrete, ayudando a mejorar sus propiedades mecánicas y estructurales. Esto es especialmente importante en aplicaciones donde se requiere una alta resistencia a la

compresión y una durabilidad excepcional, como en proyectos de túneles, revestimientos de rocas, o refuerzos estructurales.

La norma que establece los requisitos para los agregados pétreos, incluyendo la piedra triturada utilizada en la fabricación de concreto, varía según el país y la región. Sin embargo, una de las normas internacionales más ampliamente utilizadas es la norma ASTM C33/C33M, emitida por la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM). Esta norma establece los requisitos para los agregados pétreos utilizados en la construcción de concreto y mortero, incluyendo los requisitos de tamaño, graduación, limpieza, resistencia y durabilidad. En Europa, la norma EN 12620 también establece requisitos para los agregados pétreos utilizados en el concreto, mientras que en otros países pueden aplicarse normativas nacionales específicas. Es importante consultar la normativa local aplicable para asegurar el cumplimiento de los requisitos de los agregados pétreos utilizados en la fabricación de concreto, se reporta que el material empleado cumple con la normativa vigente.

El diseño de mezcla de concreto según el ACI (American Concrete Institute) es un proceso que involucra la determinación de los componentes y las proporciones adecuadas para producir un concreto con las características deseadas en términos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y economía. Aquí hay algunos pasos clave en el diseño de mezcla según el ACI: Definición de los requerimientos: Se determinan las características del concreto requeridas para la aplicación específica, como resistencia a la compresión, exposición ambiental, trabajabilidad y durabilidad. Selección de materiales: Se eligen cuidadosamente los materiales, incluyendo cemento, agregados (piedra triturada, arena), agua y aditivos, teniendo en cuenta las características del proyecto y los requisitos de diseño. Determinación de las proporciones: Se calculan las proporciones de los materiales en la mezcla de concreto utilizando métodos como el método de diseño por peso o el método de diseño por volumen, teniendo en cuenta las relaciones agua/cemento, la relación agua/cemento es clave para determinar la resistencia y durabilidad del concreto. Pruebas de laboratorio: Se realizan pruebas de laboratorio para evaluar la trabajabilidad, la resistencia y otras propiedades del concreto diseñado, y se ajustan las proporciones de los materiales según sea

necesario. Verificación del diseño: Se verifica que la mezcla de concreto diseñada cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad establecidos por el ACI y otras normativas aplicables.

A continuación, se presentan el diseño de mezcla empleado:

Diseño de Mezcla de Concreto

Objetivo

Elaborar un diseño de mezcla que cumpla con la especificación técnica $f'c = 200$ kg/cm² a 28 días, que sea bombeable y proyectable sobre una superficie de talud en un proyecto Villa María del Triunfo 2023

Criterios de Diseño de Mezcla

- Cumplir con la resistencia requerida.
- Trabajabilidad de la mezcla durante el proceso de bombeo y lanzado
- Facilidad de bombeo de la mezcla (Equipo de Lanzado)
- Facilidad de proyección de la mezcla (Lanzado manual)
- Durabilidad del shotcrete endurecido en el tiempo.

Insumos del concreto proyectado

- Cemento, el cual le brinda resistencia al shotcrete, deberá ser tipo I o HE, salvo que las condiciones del suelo sean agresivas, con presencia de sales y sulfatos, en ese caso de deberá emplear tipo V o HS
- Arena gruesa, la cual brinda relleno al shotcrete y que se liga entre sí, a través del gel de cemento. La arena para shotcrete deberá cumplir con la gradación N° 02 de acuerdo con el ACI 506R y la ASTM C33 en cuanto a los límites permisibles de malla 200 y otros.
- Aditivo híper plastificante, el cual aporta trabajabilidad a la mezcla, inclusive con bajas relaciones agua/cemento, además es un modificador de viscosidad para facilitar el bombeo, así como también es un agente homogeneizador de la mezcla y dispersor de las partículas de cemento
- Aditivo acelerante de fragua, el cual inicia y acelera el proceso de fraguado del

shotcrete al contacto inicial, es responsable de las resistencias iniciales y de la estabilidad del shotcrete en la superficie a lanzar. Se recomienda el uso de acelerantes libres de álcalis, que no afectan la resistencia final del shotcrete.

- Fibras, las cuales pueden ser metálicas o poliméricas, estas aportan resistencia residual al shotcrete, la cual se mide a través de un ensayo que indica la absorción de energía expresada en Joules. Para el presente proyecto, se recomienda el uso de 4 kg/m³ de macro fibras.
- Agua, la cual aporta trabajabilidad a la mezcla y reacciona químicamente con el cemento para producir cristales de gel, el agua debe ser potable o cumplir con las normas técnicas de agua para concreto

Tabla 15. Diseño de Prueba – concreto Convencional 280 kg/ cm²

Materiales	Origen	P. específico	Humedad %	Absorción
Cemento	Cementos Andino	3140		
Agua	Local	1000		
Arena	Gradación 1	2547	6.40	2.40
Piedra	Gradación 1	2645	1.20	1.00
Dynamon x tend	Mapei	1120		
Mapequick AF70	Mapei	1210		
Mepefibre	Mapei	1530		
Aire				

Tabla 16. Dosificación – concreto Convencional 280 kg/ cm²

Materiales	Dosificación	Unidad
Cemento	10.87	Kilogramo
Agua	3.97	Litro
Arena	30.72	Kilogramo
Piedra	24.82	Kilogramo
Dynamon x tend	0.04	Litro
Mapequick AF70	0	Litro
Mepefibre	0	Litro

Tabla 17. Ensayos de control – concreto Convencional 280 kg/cm²

Temperatura (°C)	Slump (pulgadas)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m ³)	Relación a/c	Rendimiento
21.5	7.5	2.5	2306	0.482	1.017

Tabla 18. Pérdida de trabajabilidad (1)

Tiempo	Slump	Temperatura
11:15	7.5	21.5
11:45	6.5	20.8
12:15	5.5	20.1
12:30	5	19.3
12:45	4.5	22.1

Tabla 19. Resistencia a la compresión

Edad (días)	F'c (kg/cm ²)
3	230.0
3	235.0
3	223.0
7	290.0
7	284.0
7	286.0
28	328.0
28	316.0
28	318.0

Tabla 20. Diseño de Prueba – concreto Convencional 280 kg/cm²

Materiales	Origen	P. específico	Humedad %	Absorción
Cemento	Cementos Andino	3140		
Agua	Local	1000		
Arena	Gradación 1	2547	7.50	2.44
Piedra	Gradación 1	2645	1.50	1.00
Dynamon x tend	Mapei	1120		
Mapequick AF70	Mapei	1210		
Mepefibre	Mapei	1530		
Aire				

Tabla 21. Dosificación – concreto Convencional 280 kg/ cm²

Materiales	Dosificación	Unidad
Cemento	9.00	Kilogramo
Agua	2.98	Litro
Arena	25.86	Kilogramo
Piedra	20.75	Kilogramo
Dynamon x tend	0.04	Litro
Mapequick AF70	0	Litro
Mepefibre	0	Litro

Tabla 22. Ensayos de control – concreto Convencional 280 kg/cm²

Temperatura (°C)	Slump (pulgadas)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m ³)	Relación a/c	Rendimiento
24.6	6.5	2.5	2332	0.482	1.006

Tabla 23. Pérdida de trabajabilidad (2)

Tiempo	Slump	Temperatura
09:15	6.5	19.5
09:45	6.0	20.0
10:15	5.75	20.1
10:30	5.5	22.0
10:45	4.75	22.5

Tabla 24. Resistencia a la compresión

Edad (días)	F'c (kg/cm ²)
3	215.0
3	205.0
3	213.0
7	285.0
7	277.0
7	296.0
28	318.0
28	326.0
28	328.0

Diseño de Prueba – Concreto Proyectado 280 kg/cm²

Tabla 25. Diseño de Prueba

Materiales	Origen	P. específico	Humedad %	Absorción
Cemento	Cementos Andino	3130		
Agua	Local	1000		
Arena	Gradación 1	2527	7	2.46
Dynamon x tend	Mapei	1090		
Mapequick AF70	Mapei	1400		
Mepefibre	Mapei	1000		
Aire				

Tabla 26. Dosificación

Materiales	Dosificación	Unidad
Cemento	12.00	Kilogramo
Agua	3.19	Litro
Arena	52.19	Kilogramo
Dynamon x tend	0.05	Litro
Mapequick AF70	0.54	Litro
Mepefibre	0.12	Litro

Tabla 27. Ensayos de control

Temperatura (°C)	Slump (pulgadas)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m ³)	Relación a/c	Rendimiento
16.0	10.0	2.6	2335	0.450	0.980

Tabla 28. Pérdida de trabajabilidad (3)

Tiempo	Slump	Temperatura
10:00	10.0	16.5
10:15	9.5	16.0
10:45	9.0	17.0
11:15	8.5	17.2
11:45	8.0	17.4

Tabla 29. Resistencia a la compresión

Edad (días)	F'c (kg/cm ²)
3	185.0
3	177.0
3	169.0
7	253.0
7	261.0
7	249.0
28	334.0
28	339.0
28	352.0

Diseño de Prueba – Concreto Proyectado 280 kg/cm²

Tabla 30. Diseño de Prueba

Materiales	Origen	P. específico	Humedad %	Absorción
Cemento	Cementos Andino	3130		
Agua	Local	1000		
Arena	Gradación 1	2527	8.2	2.46
Dynamon x tend	Mapei	1090		

Mapequick AF70	Mapei	1400		
Mepefibre	Mapei	1000		
Aire				

Tabla 31. Dosificación

Materiales	Dosificación	Unidad
Cemento	12.00	Kilogramo
Agua	2.60	Litro
Arena	52.78	Kilogramo
Dynamon x tend	0.05	Litro
Mapequick AF70	0.54	Litro
Mepefibre	0.12	Litro

Tabla 32. Ensayos de control

Temperatura (°C)	Slump (pulgadas)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m ³)	Relación a/c	Rendimiento
16.0	9.50	2.6	2309	0.450	0.990

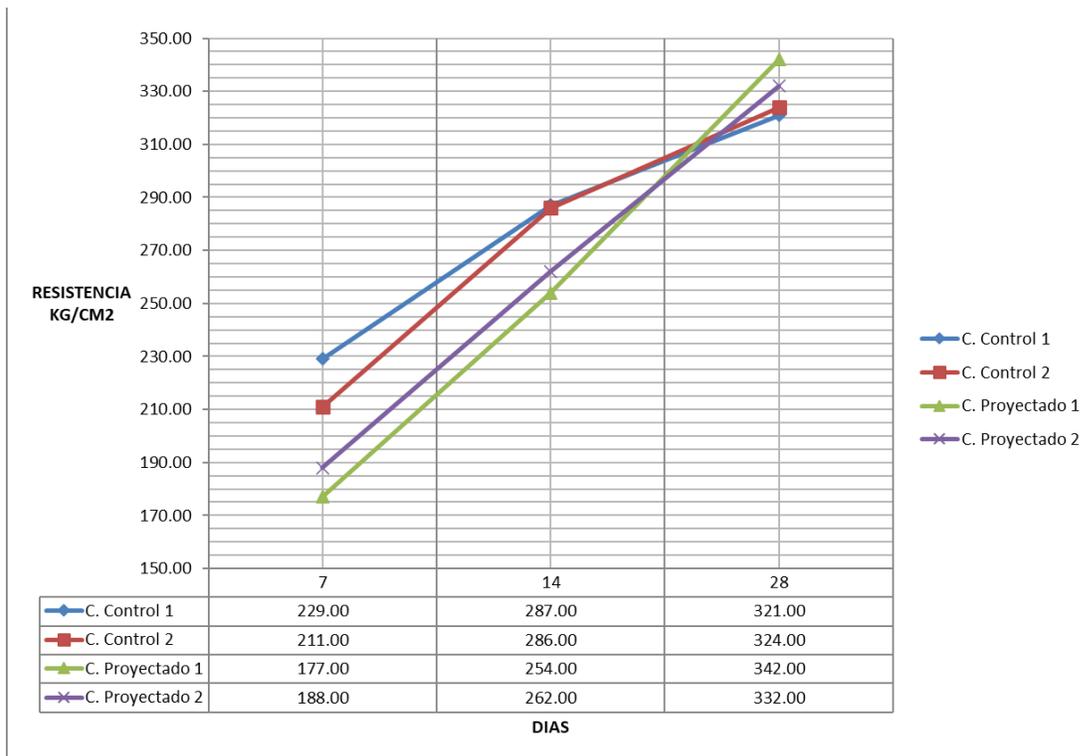
Tabla 33. Pérdida de trabajabilidad (3)

Tiempo	Slump	Temperatura
10:00	10.0	16.5
10:15	9.5	16.0
10:45	9.0	17.0
11:15	8.5	17.2
11:45	8.0	17.4

Tabla 34. Resistencia a la compresión

Edad (días)	F'c (kg/cm ²)
3	185.0
3	177.0
3	169.0
7	253.0
7	261.0
7	249.0
28	334.0
28	339.0
28	352.0

Figura 9. Resultado de Resistencia Compresión de Testigos 4 x 8



V. DISCUSIÓN

Grattz et al. (2019) identifican la caída de rocas como el tercer mecanismo más recurrente en la estabilización de taludes, representando el 12.9% de los casos. Esto destaca la urgencia de desarrollar soluciones tecnológicas de ingeniería para proteger contra estos procesos. La complejidad de la problemática requiere un enfoque integral y multidisciplinario para abordarla efectivamente.

El estudio de Tsige et al. (2020) analizó la estabilidad de taludes en un corredor vial, considerando las raíces de plantas para alternativas ecológicas en zonas montañosas. Usaron cinco especies de plantas para evaluar su influencia en la estabilidad, con métodos cuantitativos y modelización. Encontraron que las raíces mejoraron el factor de seguridad (FOS) entre un 22% y un 34%, aunque la efectividad disminuyó con mayor humedad del suelo. Además, menor distancia entre plantas y cambios en el ángulo del talud aumentaron la estabilización.

El estudio de Kashani et al. (2020) revisó exhaustivamente las aplicaciones de la optimización por enjambre de partículas (PSO) en ingeniería geotécnica, enfocándose en la estabilidad de taludes. Usaron varias variantes de PSO en un estudio computacional para evaluar su rendimiento en este problema. Concluyeron que la estabilidad de taludes es crucial en ingeniería geotécnica, influenciada por factores como la geometría del talud, las características del suelo, la presencia de agua y la actividad sísmica.

El estudio de Wang et al. (2021) evaluó y optimizó una red neuronal artificial combinada con un algoritmo genético para calcular los factores de seguridad de taludes puramente cohesivos. Utilizando 630 análisis de elementos finitos, asignaron 189 datos para pruebas y 441 para entrenamiento de modelos predictivos. Concluyeron que la combinación de un algoritmo genético con un perceptrón multicapa (MLP) es

eficaz y rentable para diseñar la estabilidad de taludes, proporcionando una herramienta útil para ingenieros geotécnicos en la toma de decisiones.

El estudio de Zhang et al. (2022) desarrolló un método innovador basado en aprendizaje en conjunto, utilizando Random Forest y Extreme Gradient Boosting, para prever la estabilidad de taludes. Analizó 786 casos de deslizamientos de tierra en el Condado de Yunyang, Chongqing, China. Este enfoque aplicado y experimental demostró ser prometedor para prever con precisión la estabilidad de taludes y podría aplicarse exitosamente en otras áreas vulnerables, mejorando las medidas de prevención y mitigación de desastres.

El estudio de Gong et al. (2020) desarrolló un marco de diseño optimizado para pilotes de estabilización, considerando la interacción con la pendiente y la variabilidad geotécnica. Evaluaron casos específicos de pilotes en pendientes terrestres a nivel global. Clasificado como investigación aplicada, el estudio mostró que este nuevo marco mejora significativamente la robustez del diseño comparado con métodos convencionales. Concluyeron que el enfoque optimizado puede aumentar la eficiencia y seguridad de infraestructuras en áreas propensas a deslizamientos, mejorando la estabilidad de pendientes.

La investigación de Poquioma y Pariona (2023) se centró en estabilizar taludes y acantilados en la Costa Verde de Magdalena del Mar, afectados por deslizamientos recurrentes. Analizaron nueve diseños de mezclas de concreto proyectado en laboratorio. Clasificada como investigación aplicada y experimental, concluyeron que la mezcla óptima, usando cemento tipo HS y una relación agua/cemento de 0.40, mostró superioridad en fluidez, fraguado, masa unitaria, y resistencias a compresión y flexión. Esta técnica resultó más rentable, ofreciendo una solución viable y competitiva para la estabilización.

El concreto lanzado, también conocido como concreto proyectado o shotcrete, es ampliamente utilizado en la estabilización de suelos y taludes. Este método consiste en proyectar una mezcla de concreto a alta velocidad sobre una superficie para formar

una capa densa y adherente. Su aplicación es ideal para estabilizar taludes y acantilados, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas. El concreto lanzado proporciona refuerzo inmediato, controlando la erosión y previniendo deslizamientos de tierra. Su rápida aplicación y adaptabilidad a diferentes formas y terrenos lo hacen una solución eficiente y rentable para la estabilización de suelos en proyectos de ingeniería geotécnica.

El concreto lanzado, o shotcrete, se destaca por su rapidez en aplicación, lo que lo convierte en una solución eficiente para estabilización y refuerzo en proyectos de construcción y geotécnicos. Su proceso de aplicación implica proyectar la mezcla de concreto a alta velocidad sobre una superficie preparada, permitiendo una rápida adhesión y endurecimiento. Esta velocidad de aplicación minimiza el tiempo de trabajo en campo y reduce la interrupción de actividades en áreas críticas. Además, la capacidad del concreto lanzado de alcanzar áreas de difícil acceso y cubrir superficies irregulares sin necesidad de encofrados adicionales agiliza aún más el proceso, mejorando la eficiencia y reduciendo costos.

El impacto ambiental del concreto lanzado varía dependiendo de varios factores, incluyendo los materiales utilizados en la mezcla, los métodos de aplicación y el manejo de residuos. A continuación, se detallan algunos aspectos: Consumo de recursos, el concreto lanzado requiere cemento, agua, agregados y aditivos. La extracción y procesamiento de estos materiales pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero y consumir recursos naturales. Emisiones durante la producción: La fabricación del cemento, un componente clave del concreto, es intensiva en energía y puede liberar grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera. Erosión del suelo: Durante la aplicación del concreto lanzado, especialmente en terrenos inclinados, puede producirse erosión del suelo circundante debido a la alta presión y velocidad del material proyectado. Generación de residuos: El proceso de aplicación del concreto lanzado puede generar residuos, como sobras de material y desechos de limpieza de equipos. La disposición adecuada de estos residuos es crucial para minimizar el impacto ambiental.

VI. CONCLUSIONES

Uno de los aspectos importantes en la investigación es la aplicación de la ingeniería en beneficio de la población como es el tema de seguridad.

la migración del interior hacia la capital hace que se requiera espacios y la falta de poder adquisitivo, muchas de ellas está relacionada con aspectos laborales deficientes, desempleo y la salud de la población.

El objetivo es proponer o plantear un método de estabilización del terreno y evitar la erosión del suelo para evitar riesgos de seguridad para la población y permitir un tránsito con seguridad. Hay diferentes técnicas para la estabilización de taludes o deslizamientos la cual va a depender del estudio de suelo y su ejecución requiere de equipo de trabajo con especialización para realizar este tipo de trabajo.

Se ha planteado 2 tipos de métodos para el control de estabilización de talud donde se hace un análisis comparativo con concreto convencional y concreto proyectado, ambos productos son de mucho uso para y se puede aplicar en diferentes tipos de estructuras que beneficien a la sociedad.

VII. RECOMENDACIONES

La ejecución del proyecto requiere de un análisis en sus diferentes fases de ejecución donde se considera tener información adecuada y actualizada del talud como la calidad de material que está compuesto , el factor de seguridad para aplicar o considerar el método de sostenimiento o estabilización , asimismo es importante fundamental el control de calidad de la materia prima para la elaboración del concreto tanto convencional como proyectado para tener un producto de calidad , control de concreto en estado fresco y endurecido y las técnicas de una correcta aplicación.

Estabilización de Taludes y Pendientes: El shotcrete es eficaz para estabilizar taludes y pendientes en áreas donde la erosión o la inestabilidad del suelo son problemas comunes. Puede aplicarse en carreteras, vías ferroviarias, y áreas urbanas y rurales.

Revestimiento de Túneles y Estructuras Subterráneas: En proyectos de construcción de túneles y galerías subterráneas, el shotcrete se utiliza para revestir las paredes y techos, proporcionando estabilidad y resistencia al agua.

Refuerzo de Estructuras de Contención: En proyectos de construcción de muros de contención, muros de contención de tierras, y estructuras de retención, el shotcrete puede utilizarse para reforzar y estabilizar las estructuras existentes o nuevas.

Reparación y Refuerzo de Estructuras: El shotcrete es una opción eficaz para reparar y reforzar estructuras de hormigón deterioradas, como puentes, presas, edificios y muelles.

Protección de Taludes y Costas: En zonas costeras y áreas propensas a la erosión, el shotcrete se utiliza para proteger taludes y costas contra la acción de las olas y la erosión del agua.

REFERENCIAS

- Nassar, R. Saeed, D., & Singh, N. (2023). Strategies to enhance the moisture-barrier qualities of concrete mixtures to improve their durability. *Materials Today: Proceedings*, doi: 10.1016/j.matpr.2023.02.335)
- Moreira- Alencar M. V., De Andrade S. F., (2020). The use of the barcelona test as quality control of fiber reinforced shotcrete for underground mining. *Construction and Building Materials*, 262 doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.120719)
- Donayre L. R. X., Navas A. C. A. (2019). Influencia del control de calidad en la resistencia a la compresión del concreto preparado en Obra, en la nueva central térmica de la ciudad de Iquitos – 2019.
- De La Cruz A. M., (2020). Aplicación de Shotcrete vía húmeda para el sostenimiento de labores mineras en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.
- Damiani Z. C. A. (2019). Control de temperatura en concretos para diversos tipos de cemento yura, Arequipa – 2017.
- Huacho O. A. A. (2021). Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras de polipropileno, Cotabambas, Apurímac 2021.
- Mamani L., J. E. (2021). Diseño y optimization en costo y calidad del concreto lanzado en tuneles de la central hidroeléctrica Puno.
- Cabello M., J. (2021). Control de calidad para las obras subterráneas en la construcción del Metro de Lima.
- Gereziher A., T., Zhutovsky, S. (2023). Investigating the effect of hybrid curing on

mechanical and durability properties of normal-strength concrete. *Construction and Building Materials*, 369 doi:10.1016/j.conbuildmat.2023.130536

Ali-Benyahia, K., Kenai, S., Ghrici, M., Sbartai, Z. -, & Elachachi, S. -. (2023). Analysis of the accuracy of in-situ concrete characteristic compressive strength assessment in real structures using destructive and non-destructive testing methods. *Construction and Building Materials*, 366 doi:10.1016/j.conbuildmat.2022.130161

Dilek, U. (2015). Effects of manufactured sand characteristics on water demand of mortar and concrete mixtures. *Journal of Testing and Evaluation*, 43(3), 562-573. doi:10.1520/JTE20130321

Huamani (2020) La granulometría del agregado proyectada con el equipo ocmer y su influencia en el efecto rebote en el lanzado de shotcrete vía seca para labores permanentes, marsa – Trujillo 2020.

Palacios H. L. G. (2017). Evaluación de la calidad del concreto usado en construcciones informales en la ciudad de Eten, provincia de Chiclayo, región Lambayeque en el año 2017.
<https://hdl.handle.net/20.500.12727/3942>

Palomino M. W., Ortiz S., W. F. (2021). Aplicación de la Norma E-060 en el Control de Calidad Del Concreto en las Obras que Ejecuta la Municipalidad Provincial de Azángaro.

Pacheco, F. L. M. (2017). Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido
<https://hdl.handle.net/20.500.12819/226>

Baca, U. C. E., Vela Cáceres, L. F. (2020). Evaluación de las propiedades mecánicas

de un concreto autocompactante adicionando fibras sintéticas Sikacem®-1
Fiber – Cusco 2019

Yañez, J. J. M. (2014). Control de calidad en los componentes para la obtención de concretos.

Ning, F., Cai, Y., Ding, J., Bai, Y., Chen, B., Zhang, F. (2019). Effect of macro synthetic fiber on mechanical properties and flexural toughness of nano-scale admixture wet-mix shotcrete

Garcia A. P. A. (2007). Verificación de la dosificación de fibras sintéticas para neutralizar las fisuras causadas por contracción plástica en el concreto

Herrera, L. S. R., Polo Roca, M. E. (2017). Estudio de las Propiedades Mecánicas del Concreto en la Ciudad de Arequipa, Utilizando Fibras Naturales y Sintéticas, Aplicado para el Control de Fisuras por Retracción Plástica

Del Savio, A. A., Esquivel, D. L. T., De Andrade Silva, F., Agreda Pastor, J. (2023). Influence of synthetic fibers on the flexural properties of concrete: Prediction of

Ramiro Castellanos, Jaime C. Gálvez, Marcos G. Alberti, J. Vera-Agullo, R. Pina-Zapardiel. (2023) Rheological analysis of wet-mix shotcrete with various viscosity-modifying admixtures

Estrada Cáceres, Cavalaro, S. H. P., & de Figueiredo, A. D. (2023). Integrated approach for quality control of fibre-reinforced sprayed concrete for tunnel lining. Tunnelling and Underground Space

Pineaud, P. Pimienta, S. Rémond, H. carro (2016) Propiedades mecánicas de

hormigones autocompactantes de alto rendimiento a temperatura ambiente y alta.

Bravo Oscco, P. (2020). Análisis estratégico y evaluación, “estabilidad de taludes del Ccaccañan” distrito Tambobamba, provincia de Cotabambas - región Apurímac periodo 2019

Min Zhou, Zemei Wu, Xue Ouyang, Xiang Hu, Caijun Shi. (2021) Métodos de diseño de mezclas para hormigón de rendimiento ultra alto: una revisión

Etka (2023). Investigación del hormigón armado con fibras, Capacidad de absorción de energía con fibras de acero y poliméricas

Fengwei Ning (2019) Effect of Macro Synthetic Fiber on Mechanical Properties and Flexural Toughness of Nano-scale Admixture Wet-mix Shotcrete.

Herrera (2019) Estudio de las propiedades mecánicas del concreto utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica.

Breña (2019) Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú

Ahmed A. El-Abbasy (2023) Propiedades de tracción, flexión, resistencia al impacto y fractura del hormigón reforzado con fibra de rendimiento ultra alto: una revisión exhaustiva

Tardeo De La Cruz, C. A., & Zanabria Pari, E. (2016). Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de cuenca, Huancavelica

Shu-Wei Suna,n, Ben-ZhenZhub, Jia-ChenWanga(2013) Design method for

stabilization of earth slopes with micropiles

Moreno Rondoy. (2022) Evaluación de riesgos en la estabilidad de taludes de la Costa Verde

Leonardo Fajardo. (2022) Estabilidad de taludes mediante concreto lanzado y Erdox para la transitabilidad en la trocha carrozable Ancos – Santa Rosa, Pallasca, 2022

Camacho Macedo (2021). Determinación del factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando GEO5 caso: parque El Milagro, Huaraz, Áncash, 2020.

Bravo (2020) Estabilidad de taludes.

Guoming Liu, Weimin Cheng, Lianjun Chen, Gang Pan, Zhaoxia Liu (2020)
Propiedades reológicas del hormigón fresco y su aplicación sobre hormigón proyectado.

Jinxu Zeng, Tingjun Chen, Caijin Lu, Tanhua Wang, Yanqiong Chen (2023) Nuevo método y conocimientos para el análisis de estabilidad de taludes compuestos

Camacho (2021) Determinación del factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando GEO5 caso: parque El Milagro, Huaraz, Áncash, 2020.

Milena Mesa (2020) Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica.

Raju Ahmed, Khandakar Hasan Mahmud (2022) Potentiality of high-resolution topographic survey using unmanned aerial vehicle in Bangladesh

ANEXOS

ANEXO N°01 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General					
¿De qué manera el análisis Diseño de concreto Tradicional y Projectado se relaciona con su uso para la Estabilización de Talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023?	analizar la relación que existe entre el diseño de concreto tradicional y proyectado para la Estabilización de Talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023.	el Diseño de Mezcla de concreto tradicional y proyectado se relaciona de manera significativa con su uso para la Estabilización de Talud, Villa María del triunfo - Lima 2023	Diseño de Concreto Shotcrete Via Humeda	Dependiente	Caracterización del agregado	Granulometría Malla 200 Peso específico Absorción PU	Ensayos de agregado en laboratorio externo para conocer características de agregado (Granulometría, Malla 200, Absorción, Peso Específico, Humedad)
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos			Insumos Para Concreto	Ensayos de control	
¿De qué manera los insumos se relacionan con su uso para la Estabilización de Talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023?;	Analizar la relación que existe entre los insumos para concreto y su uso para la Estabilización de Talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023	Los insumos se relacionan de manera significativa con su uso para la Estabilización de Talud – Lima 2023	Estabilización de Talud	Independiente	Factor de Seguridad	Aplicación Software GEO5	reportes y gráficos para la interpretación de resultados
¿De qué manera los ensayos de control se relacionan con su uso para la Estabilización de Taludes en el Sector, Zarumilla - Lima 2023?	Analizar la relación que existe entre los ensayos de control y su uso para la Estabilización de Talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023	los ensayo de control se relaciona de manera significativa con su uso para la Estabilización de Talud, Villa María del Triunfo - Lima 2023.			Topografía	Estudio de Suelo	Levantamiento Topográfico Calicata / laboratorio

ANEXO 02 – MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE DE LA INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
Diseño de Concreto Tradicional y Concreto proyectado	Este tipo de concreto requiere de una variedad importante de aditivos y adiciones para su elaboración y el uso de aditivos superplastificantes para optimizar la trabajabilidad y acelerantes para el proceso de proyección. En muchas ocasiones se utilizan también fibras para mejorar la resistencia residual a tracción por flexión, así como aditivos modificadores de viscosidad (AMV) para incrementar la viscosidad (Cohesividad) del material .	el concreto proyectado por vía húmeda es el más utilizado en los procesos constructivos como la reparación y rehabilitación de estructuras, la estabilización de taludes, y, principalmente, en la construcción de túneles. Tiene menor porcentaje de rebote, espesores de aplicación mayores por cada capa, así como un mejor control de la relación agua cemento y menor desgaste en los equipos de proyección, han convertido a esta metodología de proyección en la predominante para su aplicación.	caracterización del agregado	Ensayos de Caracterización del agregado	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Experimental: Cuasi – Experimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: probetas concreto. Muestra: probetas concreto. Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: -Fichas de recolección de datos -Equipos y herramientas de laboratorio. -Software de análisis de datos. (Excel)
			Insumos para Concreto			
			Ensayos de Control	Controles en estado fresco e endurecido		
Estabilización de Talud	Un talud y una ladera se definen - en general- como una superficie inclinada respecto a la horizontal. La diferencia entre ellas es que en la primera el hombre ha intervenido en su formación y diseño, mientras que en la segunda se ha formado de manera natural. (Montenegro, 2017)	La falla de un talud no discrimina entre taludes naturales o artificiales en ambos casos existe la probabilidad de falla. En la gran variedad de proyectos de ingeniería donde se involucran los taludes las fallas se dan por la modificación de la topografía, el flujo de agua, una inclinación mayor al ángulo de reposo del material, pérdida de resistencia del esfuerzo cortante. Ruiz (2014)	Factor de Seguridad	Software GEO5	Razón	
			Topografía	Levantamiento Topográfico		
			Estudio de Suelos	Calicatta / Ensayos de laboratorio		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA VEGA LEONCIO HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis comparativo del diseño de estabilización de talud con concreto tradicional y concreto proyectado, Villa María del Triunfo - Lima 2023", cuyo autor es EGOAVIL ORDOÑEZ ALFARO GAVINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LEONCIO HUMBERTO MINAYA VEGA DNI: 33260684 ORCID: 0000-0003-3989-6513	Firmado electrónicamente por: LMINAYAV el 12-06- 2024 14:18:57

Código documento Trilce: TRI - 0688711