



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS
CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS
PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA,
LAMBAYEQUE - 2020”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. COTRINA ESTELA, Boris José

ASESOR:

Ing. Castope Camacho, Miguel

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Desarrollo de materiales compuestos

Tecnología del concreto

CHICLAYO - PERÚ

2021

SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO:

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA, LAMBAYEQUE - 2020”.

Presentada como requisito para optar el **Título Profesional de INGENIERO Civil**, y sustentada por:

COTRINA ESTELA, BORIS JOSÉ
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL
ASESOR

Aprobada por los siguientes Miembros de Jurado:

.....
PRESIDENTE

.....
SECRETARIO

.....
VOCAL

Fecha de Sustentación:

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación está dedicado a mis padres, quienes me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, eternamente agradecido con ellos.

Agradecimiento

Mi agradecimiento a todo aquel que formó parte de este proyecto de investigación, profesores, técnicos de laboratorio, colegas.

El autor

Declaratoria de autenticidad

Yo, **COTRINA ESTELA, Boris José**, adscrita a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo, Ingenierías y Arte & Diseño de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con DNI 70926479, con la tesis titulada “**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA, LAMBAYEQUE - 2020**”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsos, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Particular de Chiclayo.

Chiclayo, 06 de agosto del 2021

COTRINA ESTELA, BORIS JOSÉ
DNI: 70926479

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Particular de Chiclayo presentamos ante ustedes la Tesis titulada **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA, LAMBAYEQUE - 2020”**, con el objetivo principal de analizar las propiedades del mortero cemento-arena al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna.

En cumplimiento con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Índice

Página de Jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Hipótesis	14
1.4. Objetivos.....	14
II. BASES TEÓRICAS	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Marco teórico	19
2.3. Definición de términos.....	22
III. MARCO METODOLÓGICO	24
3.1. Variables.....	24
3.2. Operacionalización de las Variables.....	24
3.3. Metodología.....	24
3.4. Tipo de estudio	25
3.5. Diseño	25

3.6.	Población, muestra y muestreo.....	25
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.8.	Métodos de análisis de datos.....	27
3.9.	Aspectos éticos.....	27
IV.	RESULTADOS	28
4.1.	Descripción de resultados	28
V.	DISCUSIÓN.....	53
VI.	CONCLUSIONES.....	57
VII.	RECOMENDACIONES	59
VIII.	PROPUESTA	60
8.1.	Generalidades.....	60
8.2.	Análisis	60
8.3.	Diseño	60
8.4.	Implementación	60
8.5.	Costo y presupuesto	61
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
X.	ANEXOS.....	65

RESUMEN

En el presente proyecto de tesis se traza como objetivo general; el análisis y desarrollo de las propiedades de un nuevo mortero teniendo como componentes en el diseño de mezcla a la arena río y porcentajes de arena de duna (AD). La investigación tiene un interés tanto ecológico como económico, sin olvidar el interés tecnológico que pueden aportar determinados materiales. De hecho, lo novedoso en nuestro caso, es la incorporación de agregados de origen eólico al mortero de arena, así como el estudio del comportamiento físico y mecánico de este material. Se han estudiado diferentes composiciones sustituyendo porcentualmente la arena de río por la arena de duna. Las proporciones previstas son: 10%, 20% y 30%. El trabajo se centró principalmente en el estudio de la influencia de la arena de duna sobre las propiedades del mortero, con especial énfasis en el estudio de la resistencia de los morteros.

Los resultados obtenidos mostraron que los morteros con sustitución del 10%, 20% y 30% de arena de río por arena de duna en dosificaciones de 1:3 y 1:4 cumplen satisfactoriamente con los parámetros estipulados para su uso como mortero, sin embargo, en la dosificación 1:5, las muestras no logran cumplir con los límites requeridos respecto al comportamiento mecánico.

Finalmente se concluye que el porcentaje óptimo para utilizar como sustitución es del 10% de AD siendo menor a la resistencia del mortero patrón, pero mayor a la resistencia del valor mínimo de 175.4 kg/cm² requerido para morteros por la NTP.

Palabras claves: Arena de dunas, propiedades del mortero, compresión axial, resistencia.

ABSTRACT

The main objective of this work is the analysis and development of the properties of a new mortar having river sand and percentages of dune sand as components in the mix design. The research is of both ecological and economic interest, without forgetting the technological interest that certain materials can provide. In fact, the novelty in our case is the incorporation of wind-derived aggregates to the sand mortar, as well as the study of the physical and mechanical behavior of this material. Different compositions have been studied by substituting (in volume) river sand with dune sand. The proportions foreseen are: 10%, 20% and 30%. The work was mainly focused on the study of the influence of dune sand on the properties of the mortar, with special emphasis on the study of mortar strength.

The results obtained showed that mortars with 10%, 20% and 30% substitution of river sand for dune sand in dosages of 1:3 and 1:4 comply satisfactorily with the parameters stipulated for their use as mortar; however, in the 1:5 dosage, the samples do not meet the required limits with respect to mechanical behavior.

Finally, it is concluded that the optimum percentage to use as a replacement is 10% of AD, which is lower than the strength of the standard mortar, but higher than the minimum strength of 175.4 kg/cm² required for mortars by the NTP.

Keywords: Dune sand, mortair properties, axial compression, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción continuamente consume grandes cantidades de recursos y energía originando la necesidad de utilizar otras alternativas de materiales renovables como fibras naturales y materiales reciclados.

Uno de estos, es la arena de dunas que se encuentra disponible en grandes cantidades en las zonas costeras de la Ciudad de Lambayeque, lo cual recientemente ha generado un creciente interés en la arena de duna como material de construcción.

Este proyecto de investigación experimental presenta el análisis de las propiedades de morteros cemento-arena elaborado al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna, esta investigación se llevará a cabo en el departamento de Lambayeque. No solo se trata de buscar un material optativo para reemplazar los materiales no renovables, que son utilizados en el rubro de la construcción de manera masiva; y así ayudar a mantener el equilibrio con el medio ambiente. Sino que también se busca mejorar las propiedades de los morteros, y poder lograr entonces dos aportes en uno, el tecnológico y el medioambiental.

El análisis de las propiedades del mortero se realiza al evaluar cada una de las características de los morteros de diferentes diseños y diferentes proporciones de sustitución de arena de río por arena de duna, y también al evaluar los agregados mediante los ensayos exigidos por las normas.

1.1. Realidad problemática.

A nivel Internacional

(Ghrieb et al, 2021) Según estudios previos la incorporación de arena de dunas, en estado fresco y seco, tiene una influencia masiva en la acción del mortero. Además, su inclusión hace que sea posible obtener una calidad comparable a la de un buen mortero a base de arena (mortero tradicional), lo que demuestra la eficacia de los finos utilizados.

(Liu et al, 2020) La arena de dunas se puede conseguir fácilmente a nivel local y se puede utilizar científicamente en sustitución de arena de río y cemento como materiales de construcción, que no solo satisfacen las demandas de construcción de infraestructura, sino también ahorran enormes costos de proyectos de construcción, por lo tanto, son considerados residuos rentables.

(Zhang et al , 2021) En China, la arena tradicional se usa ampliamente para aplicaciones de ingeniería. Sin embargo, la explotación excesiva de esta arena para satisfacer la demanda de urbanización ha llevado al problema medioambiental. La zona árida del noroeste de China, que tiene una alta concentración de desierto, podría proporcionar un suministro suficiente de arena del desierto para aplicaciones de ingeniería.

(Kaufmann, 2020) La producción de concreto requiere grandes cantidades de arena. A primera vista, la arena parece ser un recurso barato, ampliamente disponible y abundante, sin embargo, en algunas regiones de la tierra, la arena se está volviendo escasa debido a la gran demanda. Una alternativa podría ser la arena del desierto, que está disponible en muchas fuentes en todo el mundo, pero aún no se usa ampliamente en el concreto debido a su estrecha distribución de tamaño de partículas.

(Abadou et al, 2020) En la región del sur de Argelia, hay una presencia significativa de áridos de calidad. Sin embargo, el uso excesivo de estos materiales puede resultar en impactos ambientales significativos. Por estos motivos, sería recomendable utilizar otros materiales sustitutivos como la arena de dunas para preservar estos recursos y evitar una contaminación excesiva del medio ambiente.

A nivel Nacional

En el Perú, las dunas siempre han representado una amenaza a las viviendas cercanas, a terrenos agrícolas, y a las vías de comunicación. A lo largo del litoral peruano, se presentan muchos lugares que han sido afectados por dicha arena, y los programas que se desarrollaron para dicha protección no cumplieron su función.

En base al tema hablado anteriormente, en las últimas décadas, investigadores e ingenieros están dedicados a la tenaz búsqueda de novedosas alternativas de componentes para la elaboración de concreto y mortero, debido a que en la actualidad la mayoría de canteras que proveen los áridos naturales, cada vez se ven más afectadas por la extracción desmesurada.

1.2. Formulación del Problema.

¿Cómo influye en las propiedades del mortero cemento-arena, el reemplazo de distintos porcentajes de arena de río por arena de duna?

1.3. Hipótesis

El reemplazo de distintos porcentajes de arena de río por arena de duna, influye en las propiedades del mortero arena - cemento.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Analizar las propiedades del mortero cemento-arena al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la granulometría de los agregados, peso específico, unitario, compactado, suelto, contenido de humedad y absorción de la arena de río, arena de duna, y del agregado obtenido del reemplazo de los diversos porcentajes de arena de río por arena de duna.
- Obtener el flujo de las tres mezclas diseñadas de mortero y de los tres distintos porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna.
- Hallar el contenido de aire del mortero de cada una de las mezclas diseño y de los tres distintos porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna.
- Determinar el peso unitario del mortero de los tres diseños de mezcla y de los tres distintos porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna.
- Hallar la resistividad ante la compresión de cada mortero diseñado con distintas mezclas y porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna.

II. BASES TEORICAS.

2.1. Antecedentes.

A nivel Internacional

(Riquett, 2018) En su libro de investigación titulado “Concretos de alto desempeño: métodos de diseño y su implementación”, cuyo objetivo es estudiar las propiedades mecánicas del concreto de gran desempeño mediante distintos tipos de diseño, según los resultados las características de la resistividad del concreto en reemplazo de la arena convencional por arena de dunas en un peso de 265 kg/m³ demuestra que en el día 28 la resistividad del concreto alcanza el valor de 51.5 Mpa, se concluye que la presencia en un peso conservador de arena de duna influye de manera positiva en el comportamiento mecánico del concreto de resistencias altas.

(Torres, 2015) En su libro de investigación titulado “Variación de la resistencia del concreto, utilizando agua de mar y arena de playa, provenientes del Edo Vargas (Catia La Mar)”, cuyo objetivo es estudiar la variabilidad de la resistividad ante la compresión del concreto (210 kg/cm²) tras ser elaborado a base de arena procedente de playa y agua extraída del mar, según los resultados, en el día 7, el asentamiento de la mezcla patrón obtuvo el valor de 2.75” y la resistividad ante la compresión adquirida fue de 136 kg/cm², la mezcla diseñada con arena de playa presentó un asentamiento de 2.75” y la resistividad ante la compresión adquirida fue de 146 kg/cm² y finalmente la mezcla que contiene arena procedente de playa y agua extraída del mar obtuvo un asentamiento de 1.18” y una resistencia de 26 kg/cm², concluyendo que la mezcla que más se asemeja a la mezcla patrón es el concreto con arena de playa, observándose que presenta un comportamiento mecánico eficiente capaz de superar a la mezcla patrón.

(Pazmiño et al, 2018) En su libro de investigación titulado “Viabilidad del uso de la arena de mar en la industria de la construcción en zonas costeras del Ecuador”, cuyo objetivo es estudiar la viabilidad de la arena de mar luego antes y después de ser tratada, según los resultados las muestras de arena de

mar tras ser estudiada en su forma origen arrojan bajos niveles de resistencia ante la compresión y tras procesarlas con tratamientos de tamizado (T); tamizado y calcinado y lavado lograron alcanzar valores viables, concluyendo que la arena de mar en su estado origen no es un componente viable para la elaboración de concreto sin embargo tras ser tratado cumple satisfactoriamente su uso como agregado fino según estipula la ASTM C33-03.

(Zambrano Loor, 2018) En su libro de investigación titulado “Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz N° 200 (ASTM), elaborados en la ciudad de Puno”, cuyo objetivo es determinar los efectos sobre la resistencia a la compresión que genera el agua y la arena de mar como componentes en el diseño de un concreto estructural , según los resultados en el día 45, el concreto patrón diseñado con áridos naturales y agua potable alcanzó una resistividad ante la compresión de 216.56 kg/cm² en tanto que el concreto diseñado con arena y agua de mar obtuvo el valor de 164.53 kg/cm² reduciendo la resistencia del concreto patrón en un 24.03%, se concluye que la utilización de agua y arena de mar en el diseño de un concreto reduce significativamente la resistencia de este y a su vez no es viable debido a que las sales corroen el acero del concreto.

A nivel Nacional

(Rabanal, 2017) En su libro de investigación titulado “Resistencia a compresión de un mortero cemento-arena (1:3 y 1:4) al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna (10 Y 20%)”, cuyo objetivo es definir la resistencia ante la compresión que presenta un mortero en relación de C/A (1:3 y 1:4) al sustituir en un 10% y 20% la arena fina de río por arena fina de duna, según los resultados, en el día 28, la resistencia obtenida del mortero convencional en dosificaciones de C/A (1:3 y 1:4) logró valores de $f'_c=123.74$ kg/cm² y $f'_c=160.62$ kg/cm² respectivamente, el mortero elaborado con reemplazo de arena de duna en porcentajes del 10 % y 20% en relación de C/A (1:3) arrojó valores de $f'_c=115.23$ kg/cm² y $f'_c=114.21$ kg/cm² y

finalmente el mortero elaborado con reemplazo de arena de duna en porcentajes del 10 % y 20% en relación de C/A (1:4) arrojó valores de $f'c=155.60 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=145.85 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, concluyendo que la proporción que mejor comportamiento ofrece ante la compresión es el mortero con reemplazo del 20% en una dosificación C/A (1:4), debido a que disminuye levemente la resistencia del mortero convencional en un 3.13%.

(Reaño, 2019) En su libro de investigación titulado “Evaluación experimental del uso de arena de duna como agregado fino para el concreto”, cuyo objetivo es analizar la influencia en el comportamiento mecánico y físico que presenta el reemplazo de la arena tradicional por arena de duna en distintos porcentajes según los resultados, en estado fresco el concreto sin presencia de arena de dunas en estado fresco logró un slump de 11 cm, mientras que el concreto con presencia de arena de dunas en 10%, 20% y 50% obtuvo valores de 18 cm, 20 cm y 13 cm respectivamente así mismo en estado endurecido el concreto sin presencia de arena obtuvo el valor de 257.33 kg/cm^2 en la prueba de compresión y 35 kg/cm^2 en la prueba de flexión, mientras que el concreto con presencia de arena de dunas en 10%, 20% y 50% obtuvo valores de 292.05 kg/cm^2 , 249.72 kg/cm^2 y 223.3 kg/cm^2 en la prueba de compresión y 41.33 kg/cm^2 , 37.67 kg/cm^2 y 30.70 kg/cm^2 en la prueba de flexión, concluyendo que el concreto elaborado con arena de duna en porcentajes menores del 50% cumple con las especificaciones de la normativa en base a la calidad, sin embargo si se supera el reemplazo en un 50%, se origina una reducción en el desempeño de las propiedades del concreto.

(Sánchez, 2018) En su libro de investigación titulado “Optimización del diseño de morteros cemento – arena mediante un método gráfico en la Ciudad de Cajamarca”, cuyo objetivo es mejorar el desarrollo de la mezcla de morteros cemento/arena por medio de una proposición metodológica de carácter gráfico, según los resultados se obtuvieron los siguientes valores de las canteras sobre la resistencia de los morteros ante la compresión en relación de la proporción cemento – arena : “El Gavilán” (1:6= 177.84 Kg/cm^2 ; 1:5= 221.05 Kg/cm^2 , 1:4= 261.03 Kg/cm^2 ; 1:3= 306.98 Kg/cm^2 y 1:2= 354.06 Kg/cm^2), “El Guitarrero” (1:6= 170.28 Kg/cm^2 ;

1:5= 214.35Kg /cm²; 1:4= 252.98Kg/cm²; 1:3= 292.11Kg/cm² y 1:2= 346.54Kg/cm²), “Río Chonta” (1:6= 110.99 Kg/cm² ; 1:5= 152.14Kg/cm² ; 1:4= 193.02Kg/cm²; 1:3= 233.84Kg/cm² y 1:2= 294.76Kg/cm²) y “Río Cajamarquino” (1:6= 92.08Kg/cm² ; 1:5= 127.97Kg/cm²; 1:4= 171.14Kg/cm²; 1:3= 240.11Kg/cm² y 1:2= 295.24Kg/cm²), concluyendo que la elaboración de morteros con material extraído de cerro “El Gavilán” presenta una optimización en la resistencia del 8.25 %, y del cerro “El Guitarrero”, el valor se optimizo en un 8.17%.

(Pacsi, 2018) En su libro de investigación titulado “Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz N° 200 (ASTM), elaborados en la ciudad de Puno”, cuyo objetivo es definir la diferencia entre el peso de volumen y la resistencia entre un concreto diseñado con agregados lavados y otro diseñado con agregados de cantera, según los resultados el concreto elaborado con agregado fino natural obtuvo un peso específico de 2485 kg mientras que el agregado fino lavado arrojó valores de 2.499 kg, y en base a la resistencia del concreto ante la compresión con agregados finos lavados y agregados finos naturales se obtuvieron valores de 242.35 kg/cm² y 168.83 kg/cm², concluyendo que para el uso de agregados lavados presentan resistencias de mayor rango del concreto con una distancia estadística de 152 % comparándose con el concreto diseñado con agregados naturales, esto se obtiene, teniendo presente un proceso correcto de curado y tratado del agregado.

2.2. Marco teórico.

Arena de duna

Es la acumulación de arena obtenida del desierto, este árido se consigue tras el desplazamiento a través de la erosión y transporte de componentes del viento (viento de erosión). El viento es muy eficaz para la erosión y el transporte de partículas debido a la falta de vegetación, humedad y relieve que atrape y estabilice estas partículas. los vientos que soplan sobre la superficie de la tierra fácilmente trasladan estas partículas originando la existencia de este tipo de arenas conocidas como Arena de dunas.

Mortero

Este material utilizado generalmente en la construcción se define a la mezcla entre uno o más conglomerantes de características inorgánicas teniendo como principal componente al cemento. De igual manera también es usual observar la adición de cal como conglomerante secundario con la finalidad de mejorar la facilidad de trabajabilidad y plasticidad. Otros componentes que conforman este material son los áridos de tipo silíceos, calizos; y en ciertos casos los químicos como aditivos que se caracterizan por ser de tipo plastificantes, atrantes hidrofugantes, retenedores de agua, retardantes y por el último material componente el agua.

Usualmente el mortero es usado ampliamente con la finalidad de enlucir muros, masillar pisos, pegar unidades de mampostería, construir dinteles y otros elementos de reducidas dimensiones. Debido a que, al estar en estado líquido, puede ser manipulado en diversas maneras y gracias a esto da la facilidad de presentar distintos acabados como es el paletado, lavado, champeado, escobillado, entre otros.

Propiedades físicas y mecánicas de los morteros.

Una de las características que presenta un mortero, se establecen dos distintas etapas distinguidas por sus características físicas, teniendo por denominación mortero en estado fresco y al mortero en estado endurecido. Debido a esto, la correcta en la elaboración del mortero, es un factor importante tener consideración de las propiedades de cada componente de este material.

Estado fresco

El estado fresco corresponde a la etapa inicial del mortero tras pasar por un proceso de mezcla y consecuentemente otro de amase. Su periodo de ejecución depende tiende a variar en base al tiempo de fraguado necesario por la dosificación que compone a la mezcla de tal manera también influye la humedad, temperatura, etc. En este periodo el mortero se exhibe en un estado plástico y trabajable, lo que da facilidad de trabajo para su empleo en obra.

Trabajabilidad

Esta propiedad hace referencia al posible manejo que presenta el mortero en su estado inicial (fresco) para conservar su forma. Generalmente tiene dependencia del agua de amasado, sin embargo, la granulometría, la forma de los áridos y la dosificación del cemento son considerados factores influyen de manera indirecta. Esto significa que la fluidez necesaria que deben presentar los morteros debe ser de $190\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ de diámetro.

Consistencia

Esta propiedad hace referencia a la laboralidad del mismo, la cual está sujeta a la adición de cal, plastificantes o airante si se requiere una mejora. morteros de alta consistencia plástica. La trabajabilidad correcta se mantiene mediante morteros que posean alta consistencia plástica, los cuales permiten a la pasta conglomerante, bañar de manera apropiada la base de los áridos, bajo casos adversos, el mortero se vuelve altamente seco privando al usuario de su trabajabilidad, o tal vez, con alta fluidez originando inevitables indicios de segregación.

Relación Cemento - Agua

Teniendo consideración de que la relación C/A no es una característica exclusiva del mortero en estado fresco, es un factor muy indispensable en el diseño del mortero, teniendo gran influencia en la mayoría de las características del mortero en estado fresco (consistencia) así como en el mortero en estado endurecido (resistencias de carácter mecánico).

Cuando la relación de C/A es mínima, los morteros tienden a aumentar la resistencia en comparación de una relación A/C de mayor rango, esta última, aumenta la trabajabilidad de la mezcla.

Estado endurecido

El mortero tras fraguar comienza a mejorar su resistencia y tiende a endurecerse. Las principales características que presenta el mortero en estado endurecido son las resistencias y la durabilidad.

Resistencia a compresión

Esta propiedad se define como la resistencia límite medida de un mortero sometido a una fuerza axial siendo el parámetro principal para medir la clase de calidad que presenta este material.

Resistencia a flexión

Una de las principales características de entorno estructural del mortero, es la resistencia ante las fuerzas de compresión sin embargo la resistividad ante la flexión usualmente llega a optar por valores que se aproximan entre el 8% y 12 % del esfuerzo ante la compresión. Se puede decir que la resistencia ante la flexión es más perceptible que el esfuerzo ante la compresión a la textura y forma de los agregados.

Adherencia

Esta propiedad es la capacidad que presenta el mortero de absorber diversas tensiones normales y tangenciales sobre la superficie que conecta el mortero a la estructura. En otras palabras, es una función que responde monolíticamente a componentes mapeados en respuesta a actividades de carga. Dado el caso de la mampostería, para lograr una adherencia óptima, el revestimiento de la superficie a trabajar debe ser lo más rugosa posible y tener una absorbancia competente igual a la superficie del mortero.

Absorción de agua y porosidad

Esta propiedad afecta de manera directa al mortero. La relevancia radica en que la absorción define la permeabilidad del mortero.

Cuando el mortero se empapa en agua, el agua penetra en el interior, lo que

conduce a la humedad creada por el proceso de filtración. Además, la absorción de agua externa facilita el movimiento de partículas o componentes no deseados debido a la durabilidad de la construcción general.

Durabilidad

Similar al concreto, la durabilidad es determinada como la capacidad de resistencia que define a un mortero al estar expuesto a la intemperie como, por ejemplo: penetración de agua, baja temperatura, agentes corrosivos y desgaste por abrasión. Generalmente se establece que los morteros de altas resistencias ante la compresión consecuentemente presentan mayor durabilidad.

Elasticidad, Contracción y Fluencia

Como la gran mayoría de materiales estructurales, el mortero posee un grado elástico es cuál es la capacidad de resistir a la carga deformante que incrementa a través del tiempo, en pocas palabras el mortero expone fluencia.

De la misma forma, independientemente de la carga, el mortero se encogerá a medida que se seque. Este proceso se llama contracción.

2.3. Definición de términos.

Cemento

Conforma un componente básico en la elaboración del mortero considerando la cantidad a usar. Este material se adquiere por molturación en conjunto del Clinker, una cantidad necesaria de reguladores del fraguado y provisionalmente, hasta un 5% de distintas adiciones como puzolana natural, la escoria siderúrgica, cenizas volantes, humo de sílice y filler calizos.

Agregados

También llamado áridos, son materiales inertes, de molde granular que puede ser natural o artificial que al juntarse con aglomerantes como el cemento Portland y agua logran formar un material compacto reconocido como concreto o mortero. Como componentes del diseño de un mortero cada material debe presentar una resistencia individual (resistencia de partículas) con el fin de que estas, no logren alterar o perturbar las características y propiedades de la mezcla y garanticen una adherencia óptima en el mortero endurecido

Clasificación De Los Agregados

Los agregados a menudo se clasifican de diferentes maneras a lo largo del tiempo, pero principalmente en términos de su origen, tamaño, densidad forma y textura.

Agregados naturales.

Se derivan de la extracción de recursos naturales como sedimentos fluviales (arena y grava de río), glaciares (cantos rodados) y diversas canteras naturales. Se pueden usar tal cual o alterando la distribución del tamaño de partícula según sea necesario. Muchas de sus propiedades se deben al hecho de que todas las partículas derivadas de agregados se proceden de procesos naturales como la meteorización y el desgaste, o en volúmenes más grandes que han sido fragmentados por trituración mecánica.

Agregados Artificiales

En general, los áridos artificiales se adquieren a partir de productos y procesos industriales que generalmente son más o menos densos que los árido naturales, como arcilla expandida, escoria de alto horno, Clinker y polvo de hierro y otros.

Arena

Una materia prima para la obtención del mortero es la arena, que es un producto proveniente de la descomposición de la roca, con un tamaño de grano de 5 mm a 0,02 mm, o igual a otros materiales pétreos naturales, producidos de forma natural o por trituración. Al elegir el tipo de arena, es importante tener en cuenta la forma de las partículas, ya que tienen un efecto significativo sobre la resistencia del mortero.

Análisis Granulométrico

Se refiere a la distribución seleccionada por tamaño de todas las partículas que forman parte de los aglomerados. Esto se determina mediante análisis de medición de partículas, que implica dividir una muestra representativa de agregados en fracciones de igual tamaño de partículas. Medir la cantidad de cada parte se llama medir el tamaño de partícula.

Agua

Este componente del mortero es un elemento clave, ya que al mezclarse con el cemento forma una pasta que une el agregado. El agua provoca el endurecimiento del mortero mediante una reacción química de nombre “hidratación”. Esta reacción química en la que los componentes del cemento generan enlaces químicos a través de las moléculas de agua y consecuentemente se transforman en productos de hidratación.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

La variable independiente son el **Arena de Duna**, que se adicionarán en las mezclas, para producir ciertos efectos en las **Propiedades del mortero cemento: arena**, siendo ésta la variable dependiente.

3.2. Operacionalización de variables.

Tabla N° 01- Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	METODOS DE ANALISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades de del mortero	Una de las características que presenta un mortero, se establecen dos distintas etapas distinguidas por sus características físicas, teniendo por denominación mortero en estado fresco y al mortero en estado endurecido. Debido a esto, la correcta en la elaboración del mortero, es un factor importante tener consideración de las propiedades de cada componente de este material.	Se realiza la fabricación de probetas de concreto, cuya materia prima está conformada por la mezcla de arena, piedra, y agua esta es diseñada en probetas cilíndricas para evaluar su comportamiento mecánico en ensayos de laboratorio.	Propiedades físicas y mecánicas	.Resistencia a la compresión .Resistencia a la tracción por flexión .Absorción .Peso específico .Peso unitario y suelto	.Máquina de ensayos a la compresión .Máquina de ensayos a la tracción .Balanza, horno, Recipiente con agua	Observación experimental	Formatos de ensayos	.kg/cm ² .kg/cm ² .%
VARIABLE INDEPENDIENTE: Arena de dunas	Es la acumulación de arena obtenida del desierto, este árido se consigue tras el desplazamiento a través de la erosión y transporte de componentes del viento (viento de erosión). El viento es muy eficaz para la erosión y el transporte de partículas debido a la falta de vegetación, humedad y relieve que atrape y estabilice estas partículas. los vientos que soplan sobre la superficie de la tierra fácilmente trasladan estas partículas originando la existencia de este tipo de arenas conocidas como Arena de dunas.	Se lleva a cabo el análisis granulométrico para obtener la gradación adecuada para su utilización.	Características de los agregados de la mezcla	. Forma .Dimensión .Textura	.Tamizado en malla normalizadas	Observación experimental	Formatos de ensayos	. Observación . Pulgadas .Observación

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Metodología

El método a utilizar es experimental debido a que implica como objeto de investigación, la meticulosa manipulación en la variable independiente (arena de duna) para definir su influencia sobre la variable dependiente (propiedades del mortero), con el fin de establecer la relación originada entre la causa y el efecto. Las características clave son los métodos controlados y la asignación aleatoria de participantes en grupos controlados y experimentales.

3.4. Tipo de estudio

El proyecto es una Investigación Cuantitativa, porque se realiza una recolección y análisis de datos en laboratorio con lo que se contestará a las preguntas de la investigación y se intentará probar la hipótesis.

3.5. Diseño

El diseño de la investigación que se utilizará es el Cuasi-Experimental, porque se realizarán ensayos en el laboratorio para comprobar cuál de las tres sustituciones porcentuales de arena de río por arena de duna es la más óptima para la elaboración de mortero.

El procedimiento consistirá en recopilación de información sobre el tema, usos de laboratorio para realizar los ensayos normalizados, recolección de información de campo, análisis de cada de resultado conseguido de los ensayos de laboratorio.

3.6. Población, muestra y muestreo.

La población que se utilizará es la de mezclas de mortero, de tres diferentes diseños (1:3, 1:4 y 1:5), con tres porcentajes de sustitución de arena de río por arena de duna (10%, 20% y 30%).

Las muestras se distribuyen de la siguiente manera:

- En el ensayo de flujo, al realizarse tres diseños de dosificaciones de C: A, y al realizar tres diferentes porcentajes de sustitución arena de río por arena de duna, y que cada muestra de mortero pesa 1 kg en estado plástico, y a la vez

planteándose elaborar cuatro de cada diseño según estipula la norma ASTM C1437, tenemos en total 36 kg. ($3 \times 3 \times 1 \times 4 = 36$ kilogramos).

- En las pruebas de absorción y densidad, al ensayarse tres tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y al realizar tres diferentes porcentajes de sustitución arena de río por arena de duna y a la vez planteándose elaborar cuatro muestras de cada diseño, que son cubos de 5 cm de lado según manda la norma ASTM C642. En total ensayaremos 36 probetas. ($3 \times 3 \times 4 = 36$ probetas).
- Para las pruebas de resistencia a la compresión, se ensayarán tres tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y al realizar tres diferentes porcentajes de sustitución de arena de río por arena de duna, y elaborar 12 muestras de cada diseño que se romperán a los 3, 7 y 28 días, y que son cubos de 5 cm de lado según manda la norma ASTM C109. En total ensayaremos 108 probetas ($3 \times 3 \times 12 = 108$ probetas).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección.

Observación: Se analiza las propiedades de mortero cemento-arena con arena de duna en reemplazo porcentual de la arena de río, y se tomará nota de los resultados obtenidos.

Análisis de Documentos: Se consideraron los siguientes documentos: artículos científicos, tesis pre/post grado, revistas, normas técnicas, etc, referentes al trabajo de investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

Los formatos empleados de ensayo de acuerdo a norma, se presentan a continuación:

- Para el análisis respecto a la granulometría que presentan los diferentes agregados finos.

- Para el análisis respecto al contenido de humedad que presentan los diferentes agregados finos.
- Para el análisis respecto a la absorción de los diferentes agregados finos.
- Para el análisis respecto al peso unitario que presentan los diferentes agregados finos.
- Para el análisis respecto al peso específico que presentan los diferentes agregados finos.
- Para la anotación de resistencia mecánica de cubos de mortero.
- Para la anotación de las principales características del mortero.

3.8. Métodos de análisis de datos.

Métodos de recolección de datos.

Deductivo: Puesto que, tras determinar las variables independientes, dependientes y los respectivos indicadores, es necesario inferir una presuposición sobre el óptimo comportamiento del mortero al diseñarse con arena de dunas.

Inductivo: Puesto que se inspecciono y se tuvo un registro respecto a los estudios obtenidos del laboratorio, con el fin de realizar un apropiado análisis y clasificación para adquirir un destacable comportamiento de del mortero al diseñarse con arena de dunas.

Análisis: Puesto que es necesario dividir en partes el objeto de investigación para lograr entender a precisión las ventajas y sus riesgos.

3.9. Aspectos éticos.

La presente investigación está respaldada éticamente por todos los valores arrojados de las pruebas experimentales.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de resultados.

4.1.1 Ensayos elaborados a la arena de duna.

4.1.1.1. Granulometría y módulo de fineza de la arena de duna.

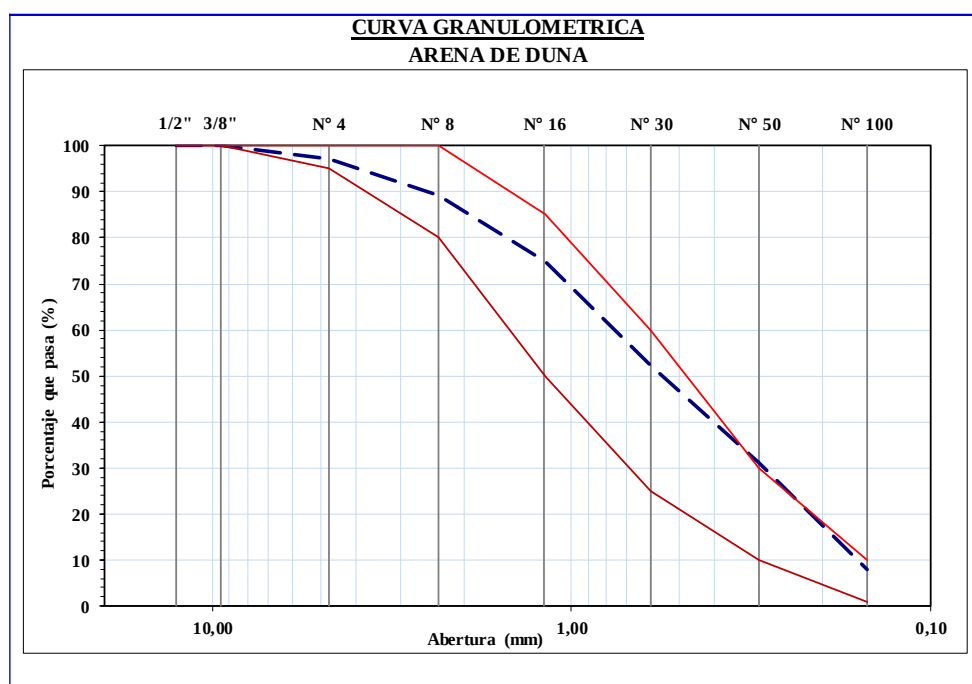
Tabla 02

Granulometría de la arena de duna por tamizado.

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
1/2"	12.700	0.00	0.000	0.000	100.000
3/8"	9.520	0.00	0.000	0.000	100.000
Nº 4	4.750	11.80	2.915	2.915	97.085
Nº 8	2.360	31.24	7.718	10.633	89.367
Nº 16	1.180	59.12	14.606	25.240	74.760
Nº 30	0.600	91.24	22.542	47.781	52.219
Nº 50	0.300	85.72	21.178	68.959	31.041
Nº 100	0.150	93.91	23.201	92.161	7.839
FONDO		31.73	7.839	100.000	0.000
			Módulo de fineza =		2.477

Fuente: Elaboración propia.

Figura 01. Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia

En base a la figura 01, se logra demostrar que la arena de duna se ubica dentro de límites estipulados en la NTP 400.012 (AGREGADOS). Obteniéndose como resultado respecto al módulo de fineza, el valor de 2.477, según indica la tabla 02.

4.1.1.2 Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico de la arena de duna.

Tabla 03

Peso específico y % de absorción de la arena de duna.

ARENA DE DUNA			
I. DATOS			
1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500,0	
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	976,7	
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	670,0	
4.- Peso del agua	(gr)	306,7	
5.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	667,0	
6.- Peso del frasco	(gr)	170,0	
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	497,0	
8.- Volumen del frasco	(cm ³)	500,0	
II .- RESULTADOS			
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2,571	
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2,587	
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2,612	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0,60	

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los ensayos en base al peso específico y absorción del agregado fino se adquirieron como resultados un peso específico de 2571 (kg/m³) y un porcentaje de absorción de 0.60, visualizado en la tabla 08.

4.1.1.3. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos de la arena de duna.

Tabla 04

Peso unitario suelto de la arena de duna.

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4261	4281
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1189	1209
Constante o Volumen	(m ³)	0,002796	0,002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	425,28	432,43
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)		429
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		428

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 05

Peso unitario compactado de la arena de duna.

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4625	4681
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1553	1609
Constante o Volumen	(m ³)	0,002796	0,002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	555,47	575,50
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)		565
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)		565

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al ensayo del peso unitario suelto de la arena de duna se adquirió como resultados 428 (kg/m³), y un peso unitario compactado de seco de 565 (kg/m³).

4.1.1.4. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de la arena de duna.

Tabla 06

Contenido de humedad de la arena de duna.

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185).			
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD			
		A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	339,20	338,10
2. Peso de muestra seca	(gr.)	338,80	337,70
3. Peso de recipiente	(gr.)	87,80	89,25
4. Contenido de humedad	(%)	0,16	0,16
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	0,16	

Fuente: Elaboración propia.

Realizado el ensayo, el resultado adquirido arrojó un porcentaje de 0.16 de contenido de humedad de la arena de duna.

4.1.2 Ensayos del agregado fino

4.1.2.1. Ensayos del agregado fino de la Cantera La Victoria – Pátapo

4.1.2.1.1. Granulometría y módulo de fineza.

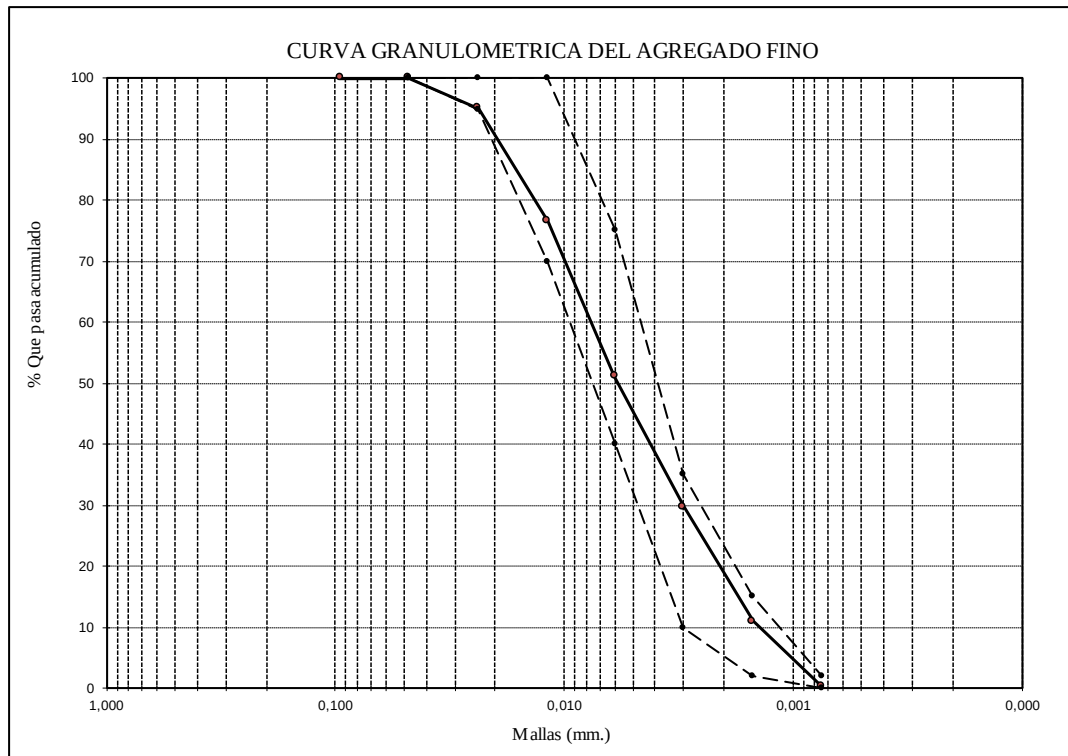
Tabla 07

Granulometría del agregado fino por tamizado.

MALLAS		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO	Parametros Arena Gruesa
PULGADAS	MILIMETROS					
3/8"	9,500	0	0	0	100	-
Nº4	4,750	0	0,0	0,0	100,0	100
Nº8	2,360	29,4	4,9	4,9	95,1	95-100
Nº16	1,180	111,3	18,6	23,5	76,6	70-100
Nº30	0,600	152,7	25,5	48,9	51,1	40-75
Nº50	0,300	128,6	21,4	70,3	29,7	10-35
Nº100	0,150	112,7	18,8	89,1	10,9	2-15
Nº200	0,075	63,2	10,5	99,7	0,4	0-2
FONDO		2,10	0,4	100,0	0,0	-
MODULO DE FINEZA				2,37		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 02. Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 02, se logra visualizar que el agregado fino se encuentra dentro de los límites parámetros en la NTP 400.012 AGREGADOS. El resultado del módulo de fineza fue 2.37, visualizado en la tabla 07.

4.1.2.1.2. Método de ensayo normalizado por la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Tabla 08

Peso específico y absorción del agregado fino

AGREGADO FINO - CANTERA LA VICTORIA						
I. DATOS						
1.- Peso de la arena superficialmente seca					(gr)	500,0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua					(gr)	976,7
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco					(gr)	670,0
4.- Peso del agua					(gr)	306,7
5.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco					(gr)	659,0
6.- Peso del frasco					(gr)	170,0
7.- Peso de la muestra secada al horno					(gr)	489,0
8.- Volumen del frasco					(cm ³)	500,0
II .- RESULTADOS						
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA					(gr/cm ³)	2,530
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO					(gr/cm ³)	2,587
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE					(gr/cm ³)	2,682
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN					%	2,25

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los ensayos en base al peso específico y absorción del agregado fino se adquirieron como resultados un peso específico de 2530 (kg/m³) y un porcentaje de absorción de 2.25, visualizado en la tabla 08.

4.1.2.1.3. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

Tabla 09

Peso unitario suelto del agregado fino.

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7461	7439
Peso del recipiente	(gr.)	3038	3038
Peso de muestra	(gr.)	4423	4401
Volumen del molde	(m ³)	0,00283	0,00283
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1562,69	1554,91
Peso unitario suelto (Promedio)	(kg/m ³)	1559	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Peso unitario compactado del agregado fino.

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7961	7968
Peso del recipiente	(gr.)	3038	3038
Peso de muestra	(gr.)	4923	4930
Volumen del molde	(m ³)	0,002830	0,002830
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1739,34	1741,82
Peso unitario compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1741	

Fuente: Elaboración propia

Respecto al ensayo de peso unitario del agregado fino se adquirieron como resultados un peso unitario suelto seco de 1559 (kg/m³) y un peso unitario compactado seco de 1741 (kg/m³).

4.1.2.1.4. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Tabla 11

Contenido de humedad del agregado fino.

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

		A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	970,00	970,00
2. Peso de muestra seca + recipiente	(gr.)	1061,00	1058,00
3. Peso de recipiente	(gr.)	95,00	95,00
4. Contenido de humedad	(%)	0,41	0,72
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	0,57	

Fuente: Elaboración propia

Realizado el ensayo, se adquirió como resultado un porcentaje de 0.57 de contenido de humedad del agregado fino.

4.1.3 Diseño de mezcla del mortero.

4.1.3.1 *Diseño de mezclas del mortero sustituido con arena de dunas.*

Tabla 12

Diseño de mezclas del mortero 1:3, sustituido con arena de duna.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN						
			C		A	AD
MEZCLA PATRON:			1	:	3	0
MEZCLA CON ARENA DE DUNA	M-1	10%	1,00	:	2,70	0,3
	M-2	20%	1,00	:	2,40	0,6
	M-3	30%	1,00	:	2,10	0,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Diseño de mezclas del mortero 1:4, sustituido con arena de duna.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN						
			C		A	AD
MEZCLA PATRON:			1	:	4	0
MEZCLA CON ARENA DE DUNA	M-1	10%	1,00	:	3,60	0,4
	M-2	20%	1,00	:	3,20	0,8
	M-3	30%	1,00	:	2,80	1,2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Diseño de mezclas del mortero 1:5, sustituido con arena de duna.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN						
			C		A	AD
MEZCLA PATRON:			1	:	5	0
MEZCLA CON ARENA DE DUNA	M-1	10%	1,00	:	4,50	0,5
	M-2	20%	1,00	:	4,00	1
	M-3	30%	1,00	:	3,50	1,5

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 12, 13 y 14 se observan las proporciones para los porcentajes de sustitución 10%, 20% y 30% sustituyendo en reemplazo porcentual de la arena de río por arena de duna para ser incluida en la mezcla de cada dosificación diseñada.

4.1.4. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con arena de duna.

4.1.4.1 Propiedades físicas del mortero patrón y modificado con arena de duna.

4.1.4.1.1 Fluidéz

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de arena de duna.

A.1. Dosificación 1:3

Tabla 15

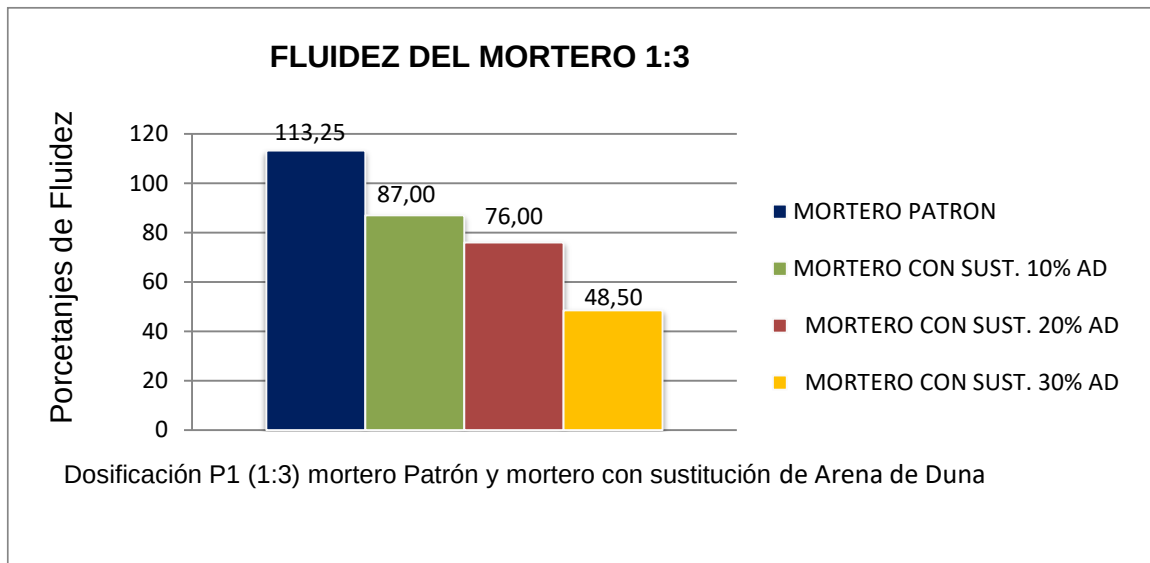
Fluidéz del mortero patrón P1(1:3) y mortero sustituido con arena de duna.

MORTERO P1 1 : 3					
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO PATRON	1,00	3,00	0,00	113,25	%
MORTERO CON SUST. 10% AD	1,00	2,70	0,30	87,00	%
MORTERO CON SUST. 20% AD	1,00	2,40	0,60	76,00	%
MORTERO CON SUST. 30% AD	1,00	2,10	0,90	48,50	%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15, se visualiza que la fluidéz del mortero patrón (1:3), fue de 113.25%, el mortero con 10% de sustitución con arena de duna (AD) obtuvo 87.00%, con 20% de AD fue 76.00% y por último con 30% de AD fue de 48.50%.

Figura 03. Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 03, se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% presentan una disminución de la fluidez de 24.94%, 32.89% y 57.17% respectivamente, en relación al mortero patrón 1:3 (sin AD).

A.2. Dosificación 1:4

Tabla 16

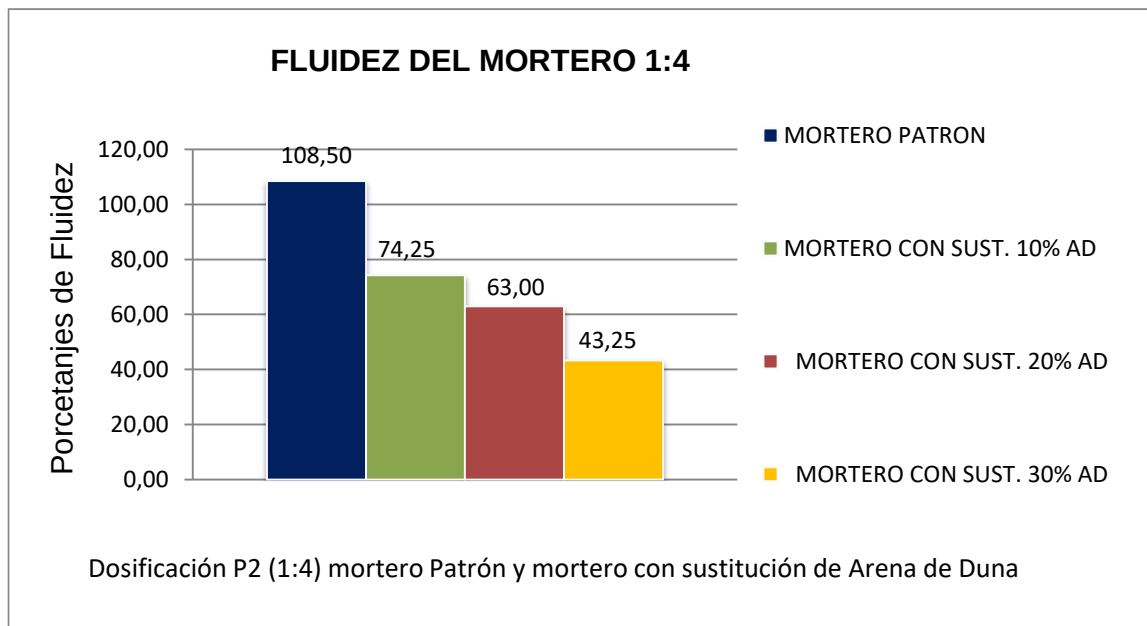
Fluidez del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con arena de duna.

MORTERO P2 1 : 4					
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO PATRON	1,00	4,00	0,00	108,50	%
MORTERO CON SUST. 10% AD	1,00	3,60	0,40	74,25	%
MORTERO CON SUST. 20% AD	1,00	3,20	0,80	63,00	%
MORTERO CON SUST. 30% AD	1,00	2,80	1,20	43,25	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, se visualiza que la fluidez del mortero patrón (1:4), fue de 108.50%, el mortero con 10% de sustitución con arena de duna obtuvo 74.25%, con 20% de AD fue 63.00% y por último con 30% de AD fue de 43.25%.

Figura 04. Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 04 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% presentan una disminución de la fluidez de 31.57%, 41.94% y 60.14%, respectivamente, en relación con el mortero patrón 1:4 (sin AD).

A.3 Dosificación 1:5

Tabla 17

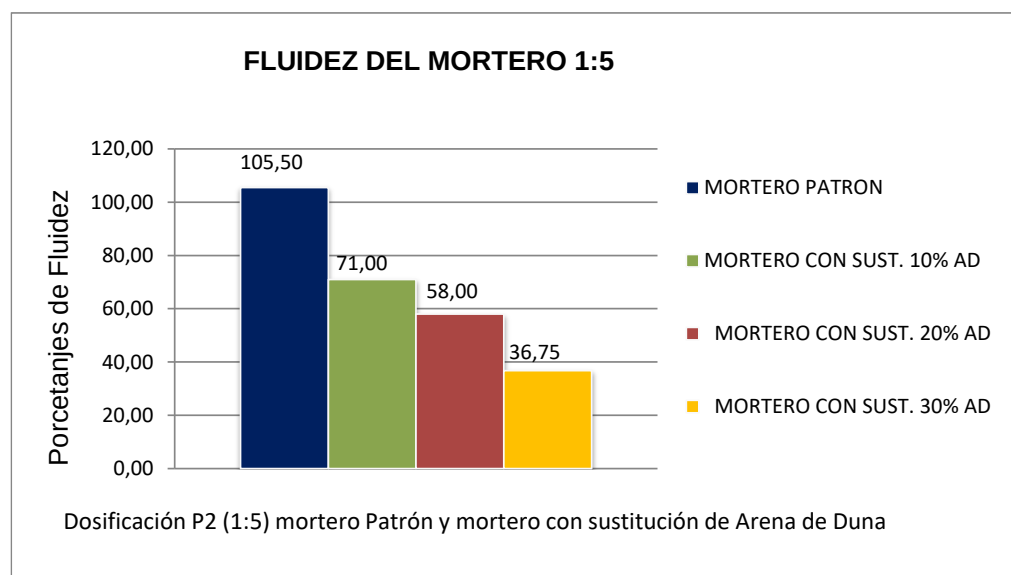
Fluidez del mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con arena de duna.

MORTERO P3 1 : 5					
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO PATRON	1,00	5,00	0,00	105,50	%
MORTERO CON SUST. 10% AD	1,00	4,50	0,50	71,00	%
MORTERO CON SUST. 20% AD	1,00	4,00	1,00	58,00	%
MORTERO CON SUST. 30% AD	1,00	3,50	1,50	36,75	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 se visualiza que la fluidez del mortero patrón (1:5), fue de 105.50%, el mortero con 10% de sustitución con arena de duna obtuvo 71.00%, con 40% de AD fue 58.00% y por último con 30% de AD fue 36.75%.

Figura 05. Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P3 (1:5), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 05 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% presentan una disminución de la fluidez de 32.7%, 45.02% y 63.27%, respectivamente, en relación con el mortero patrón 1:5 (sin AD).

4.1.4.1.2. Contenido de aire.

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de arena de duna

A.1. Dosificación 1:3

Tabla 18

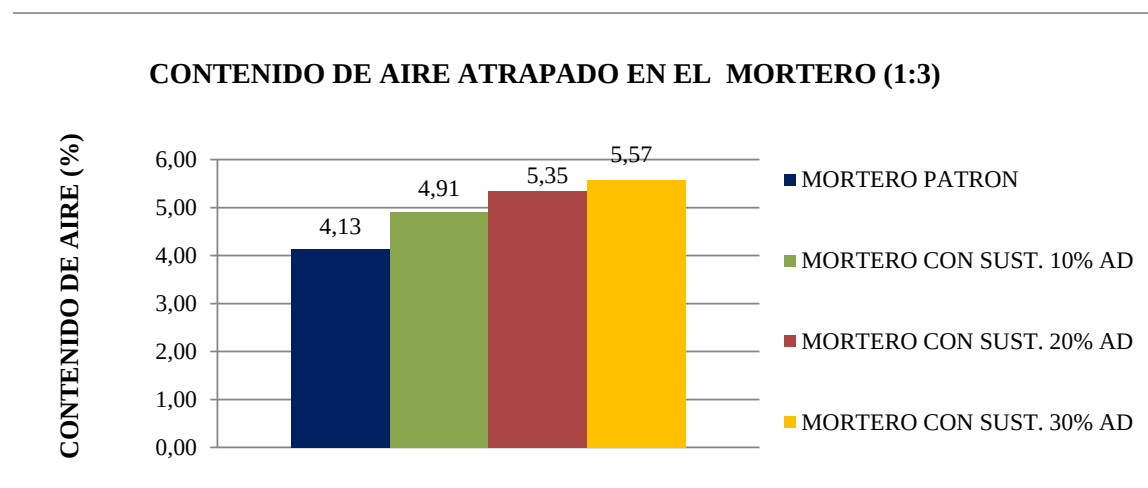
Contenido de aire en el mortero patrón P1 (1:3) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO PATRON	1	3,00	0	4,13	%
MORTERO CON SUST. 10% AD	1	2,70	0,30	4,91	%
MORTERO CON SUST. 20% AD	1	2,40	0,60	5,35	%
MORTERO CON SUST. 30% AD	1	2,10	0,90	5,57	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 se visualiza que el contenido de aire del mortero patrón (1:3) fue de 4.13%, el mortero con 10% de sustitución de arena de duna (AD) obtuvo 4.91%, con 20% de AD fue 5.35% y por último con 30% de AD fue 5.57%.

Figura 06. Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 06 se visualiza que los morteros sustituidos con AD en proporciones del 10%, 20% y 30% presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 18.89%, 29.54% y 34.87% respectivamente en relación con el mortero patrón (sin AD).

A.2. Dosificación 1:4

Tabla 19

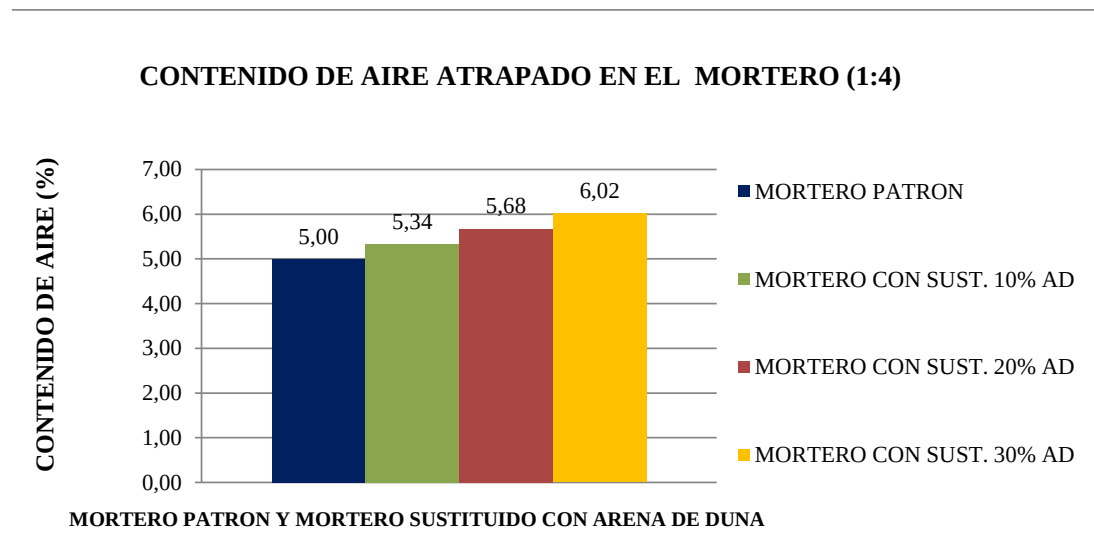
Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO PATRON	1	4,00	0	5,00	%
MORTERO CON SUST. 10% AD	1	3,60	0,40	5,34	%
MORTERO CON SUST. 20% AD	1	3,20	0,80	5,68	%
MORTERO CON SUST. 30% AD	1	2,80	1,20	6,02	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, se visualiza que el contenido de aire del mortero patrón (1:4) fue de 5.00%, el mortero con 10% de sustitución de arena de duna (AD) obtuvo 5.34%, con 20% de AD fue 5.68%, y por último con 30% de AD fue 6.02%.

Figura 07. Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 07 se visualiza que los morteros sustituidos con AD en proporciones del 10%, 20% y 30% presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 6.80%, 13.60% y 20.40% respectivamente en relación con el mortero patrón (sin AD).

A.3. Dosificación 1:5

Tabla 20

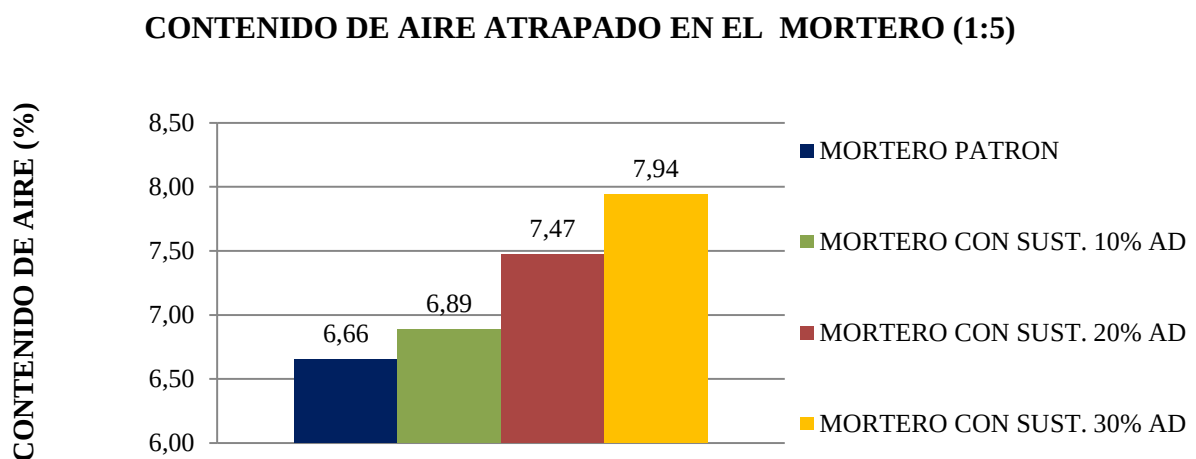
Contenido de aire en el mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO PATRON	1	5,00	0	6,66	%
MORTERO CON SUST. 10% AD	1	4,50	0,50	6,89	%
MORTERO CON SUST. 20% AD	1	4,00	1,00	7,47	%
MORTERO CON SUST. 30% AD	1	3,50	1,50	7,94	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se visualiza que el contenido de aire del mortero patrón (1:5) fue de 6.66%, el mortero con 10% de sustitución de arena de duna obtuvo 6.89%, con 20% de AD fue 7.47% y por último con 30% de AD fue 7.94%.

Figura 08. Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P3 (1:5), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 08 se visualiza que los morteros sustituidos con AD en proporciones del 10%, 20% y 30%, presentan un incremento en el contenido de aire atrapado de 3.45%, 12.16% y 19.22% respectivamente en relación con el mortero patrón (sin AD).

4.1.4.1.3. Peso unitario.

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de arena de duna.

A.1. Dosificación 1:3

Tabla 21

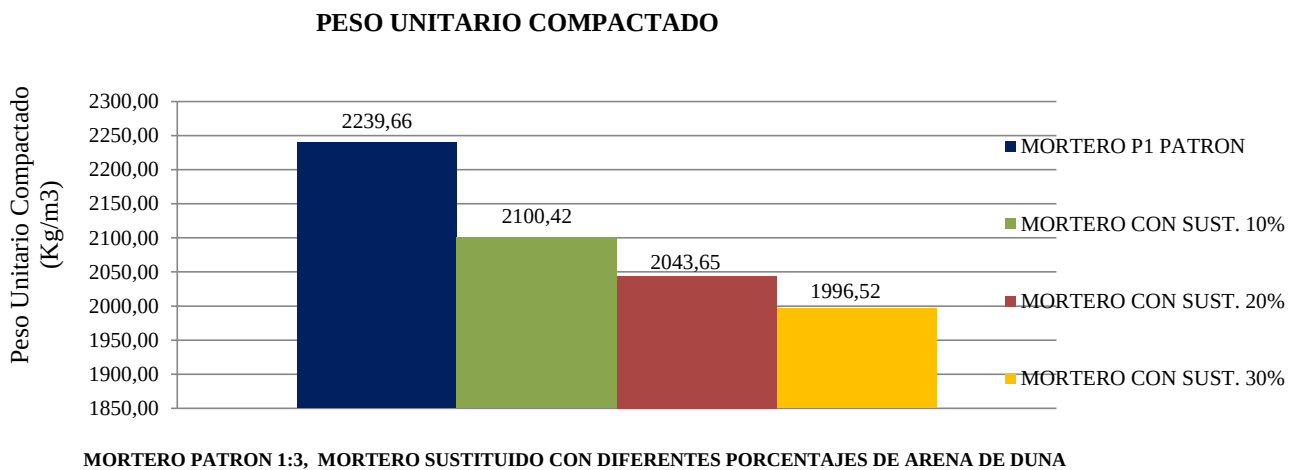
Peso unitario compactado del mortero patrón P1(1:3) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO P1 PATRON	1	3,00	0	2239,66	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 10%	1	2,70	0,30	2100,42	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 20%	1	2,40	0,60	2043,65	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 30%	1	2,10	0,90	1996,52	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21 se visualiza que el peso unitario compactado del mortero patrón (1:3) fue de 2239.66 kg/m³, el mortero con 10% de sustitución de arena de duna arrojó el valor de 2100.42 kg/m³, con 20% de AD fue 2043.65 kg/m³ y con 30% de AD fue 1996.52 kg/m³.

Figura 09. Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 09 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% exhiben una disminución en el peso unitario compactado de 139.24 kg/m³, 196.01 kg/m³ y 243.14 kg/m³ respectivamente en relación al mortero patrón (sin AD).

A.2. Dosificación 1:4

Tabla 22

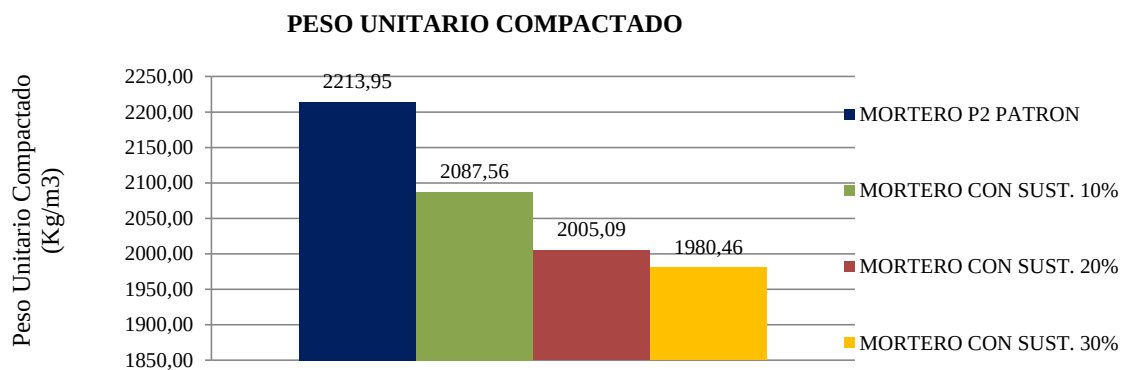
Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO P2 PATRON	1	4	0	2213,95	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 10%	1	3,60	0,40	2087,56	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 20%	1	3,20	0,80	2005,09	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 30%	1	2,80	1,20	1980,46	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22 se visualiza que el peso unitario compactado del mortero patrón (1:4) fue de 2213.95 kg/m³, el mortero con 10% de sustitución de arena de duna arrojó 2087.56 kg/m³, con 20% de AD fue 2005.09 kg/m³ y con 30% de AD fue 1980.46 kg/m³.

Figura 10. Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:4), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



MORTERO PATRON 1:4, MORTERO SUSTITUIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ARENA DE DUNA

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20%, y 30% exhiben una disminución en el peso unitario compactado de 126.39 kg/m³, 208.86 kg/m³ y 233.49 kg/m³ respectivamente en relación al mortero patrón (sin AD).

A.3. Dosificación 1:5

Tabla 23

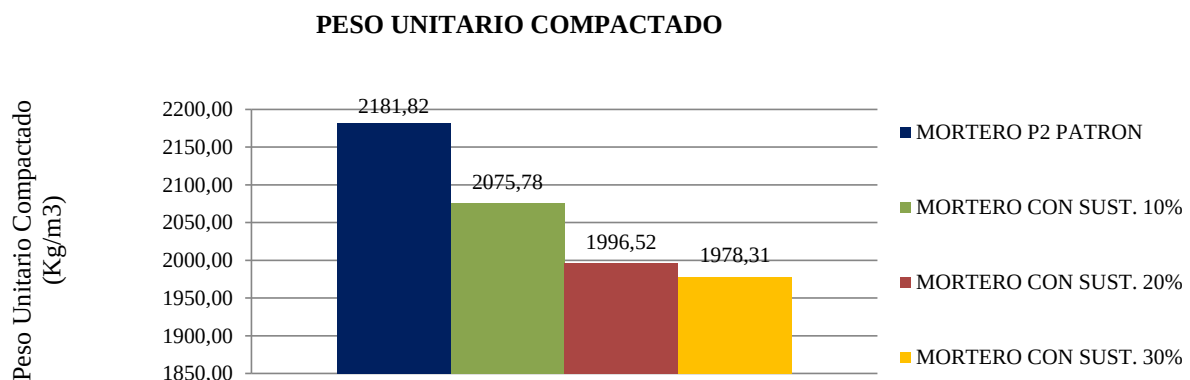
Peso unitario compactado del mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	CEMENTO	ARENA	AD		
MORTERO P2 PATRON	1	5	0	2181,82	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 10%	1	4,50	0,50	2075,78	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 20%	1	4,00	1,00	1996,52	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 30%	1	3,50	1,50	1978,31	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se visualiza que el peso unitario compactado del mortero patrón (1:5) fue de 2181.82 kg/m³, el mortero con 10% de sustitución de arena de duna arrojó el valor de 2075.78 kg/m³, con 20% de AD fue 1996.52 kg/m³ y con 30% de AD fue 1978.31 kg/m³.

Figura 11. Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:5), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



MORTERO PATRON 1:5, MORTERO SUSTITUIDO CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ARENA DE DUNA

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% exhiben una disminución en el peso unitario compactado de 106.04 kg/m³, 185.03 kg/m³ y 203.51 kg/m³ respectivamente en relación al mortero patrón (sin AD).

4.1.4.2. *Propiedades mecánicas del mortero patrón y modificado con arena de duna.*

4.1.4.2.1 *Resistencia a la compresión.*

A. *Mortero patrón y mortero con sustitución de arena de duna.*

A.1. *Dosificación 1:3*

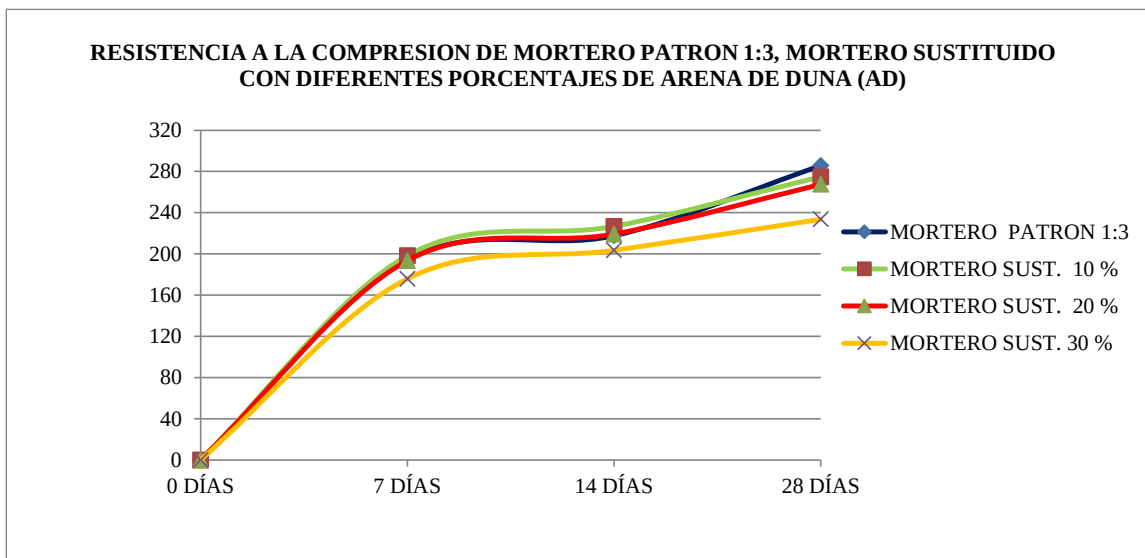
Tabla 24

Resistencia a la compresión del mortero patrón P1(1:3) y mortero sustituido con arena de duna.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MORTERO P1							
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)			
	Cemento	Arena	AD	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRON 1:3	1	3	0	0	194,50	217,68	285,65
MORTERO SUST. 10 %	1	2,70	0,30	0	198,27	226,69	274,82
MORTERO SUST. 20 %	1	2,40	0,60	0	193,56	219,30	267,58
MORTERO SUST. 30 %	1	2,10	0,90	0	175,87	203,52	233,65

Fuente: Elaboración propia.

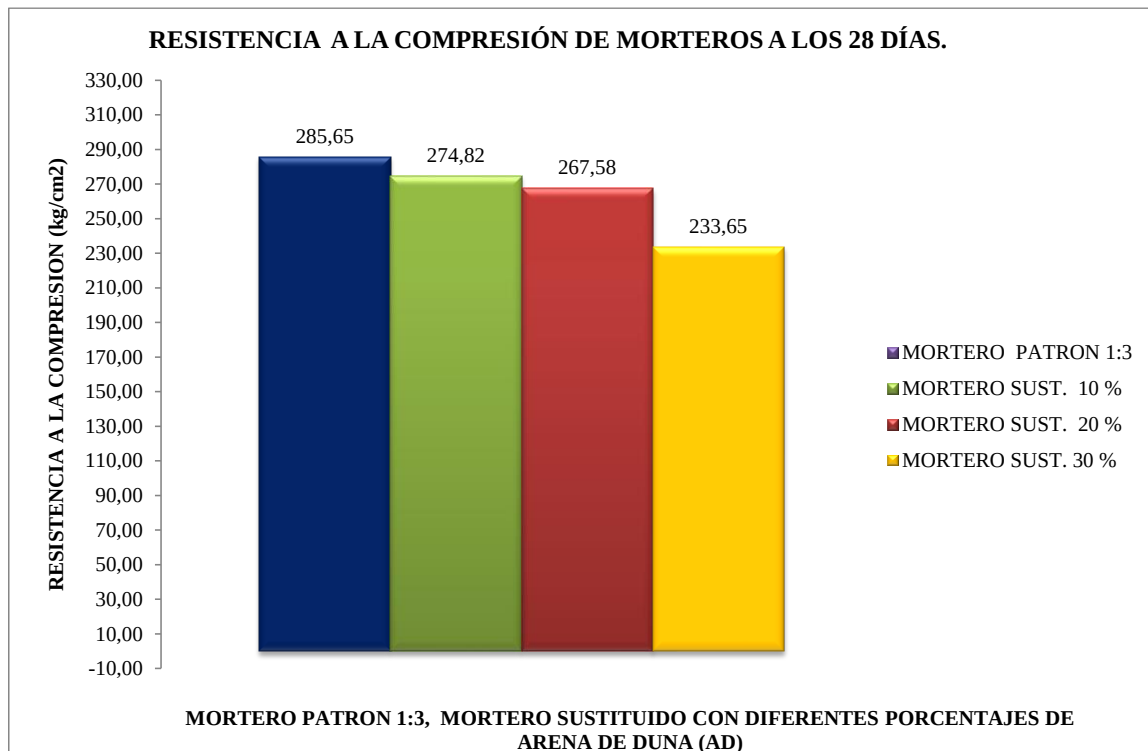
Figura 12. Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con arena de duna: Dosificación P1 (1:3).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30%, exhiben una disminución en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:3.

Figura 13. Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% exhiben una disminución en la resistencia a la compresión de 3.79%, 6.33% y 18.20% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:3 (sin AD), quien presenta mayor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

A.2. Dosificación 1:4

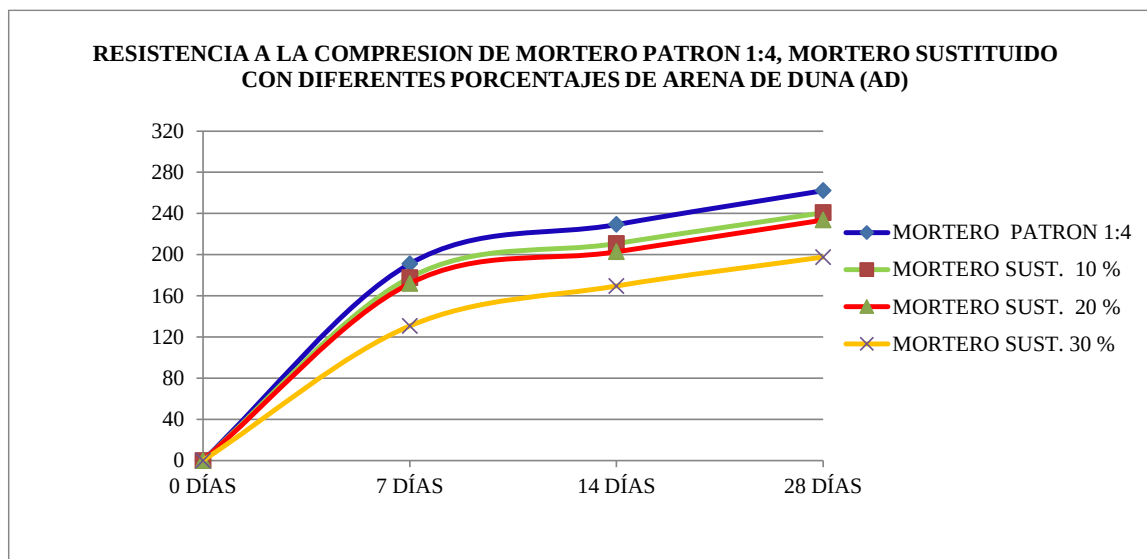
Tabla 25

Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con arena de dunas.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)			
	Cemento	Arena	AD	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRON 1:4	1	4	0	0	191,11	229,27	262,25
MORTERO SUST. 10 %	1	3,60	0,40	0	177,65	210,80	240,75
MORTERO SUST. 20 %	1	3,20	0,80	0	172,03	202,80	233,67
MORTERO SUST. 30 %	1	2,80	1,20	0	130,63	169,46	197,55

Fuente: Elaboración propia.

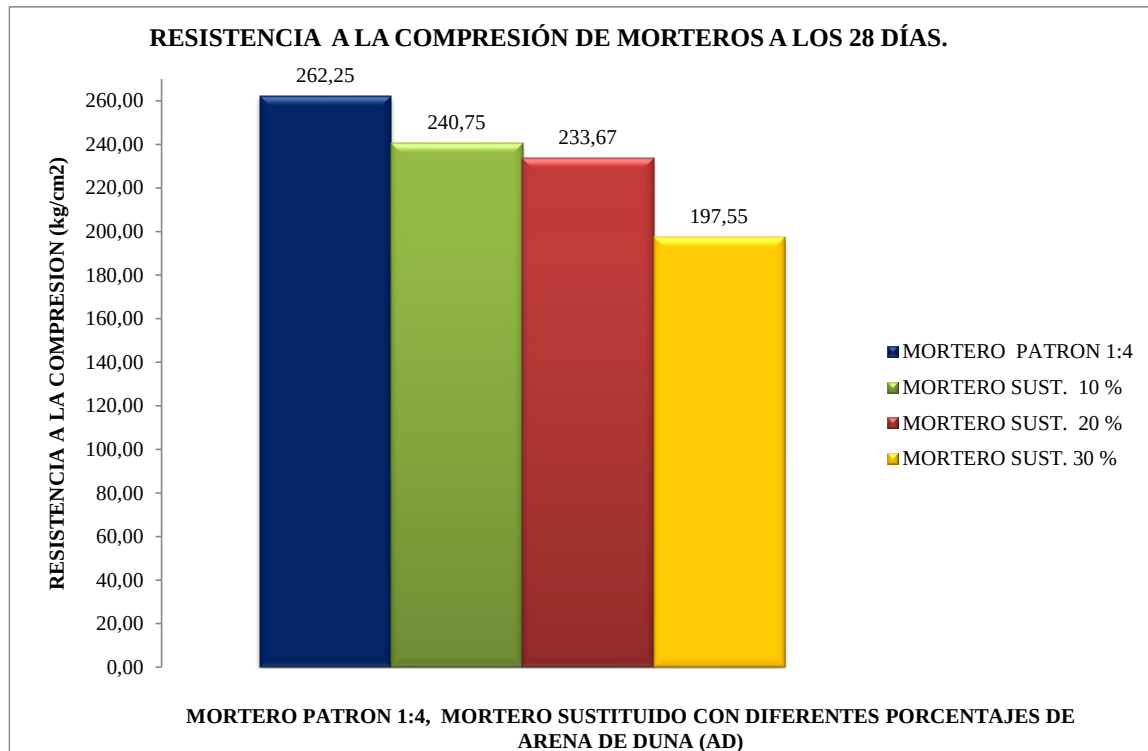
Figura 14. Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con arena de duna: Dosificación P2 (1:4).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14, se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 100%, todas estas exhiben una disminución en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:4.

Figura 15. Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15, se visualiza que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% exhiben una disminución en la resistencia a la compresión de 8.20%, 8.09%, 24.67% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:4 (sin AD), quien presenta mayor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

A.3. Dosificación 1:5

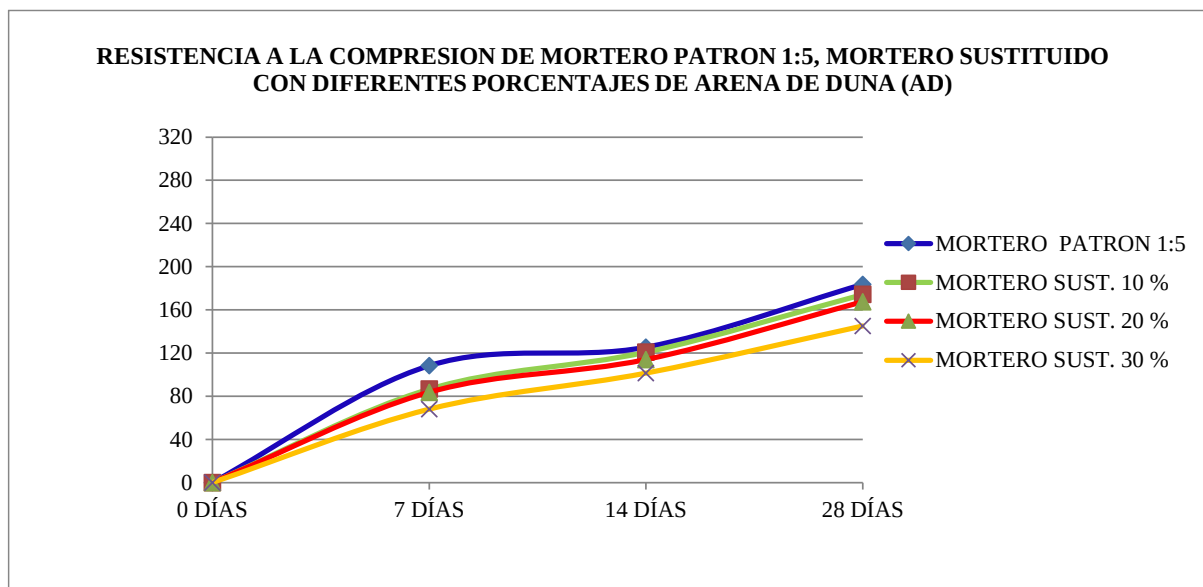
Tabla 26

Resistencia a la compresión del mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con arena de duna.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)			
	Cemento	Arena	AD	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRON 1:5	1	5,00	0,00	0	108,24	125,40	183,61
MORTERO SUST. 10 %	1	4,50	0,50	0	86,52	120,82	174,27
MORTERO SUST. 20 %	1	4,00	1,00	0	83,68	113,99	167,56
MORTERO SUST. 30 %	1	3,50	1,50	0	67,95	101,35	145,04

Fuente: Elaboración propia.

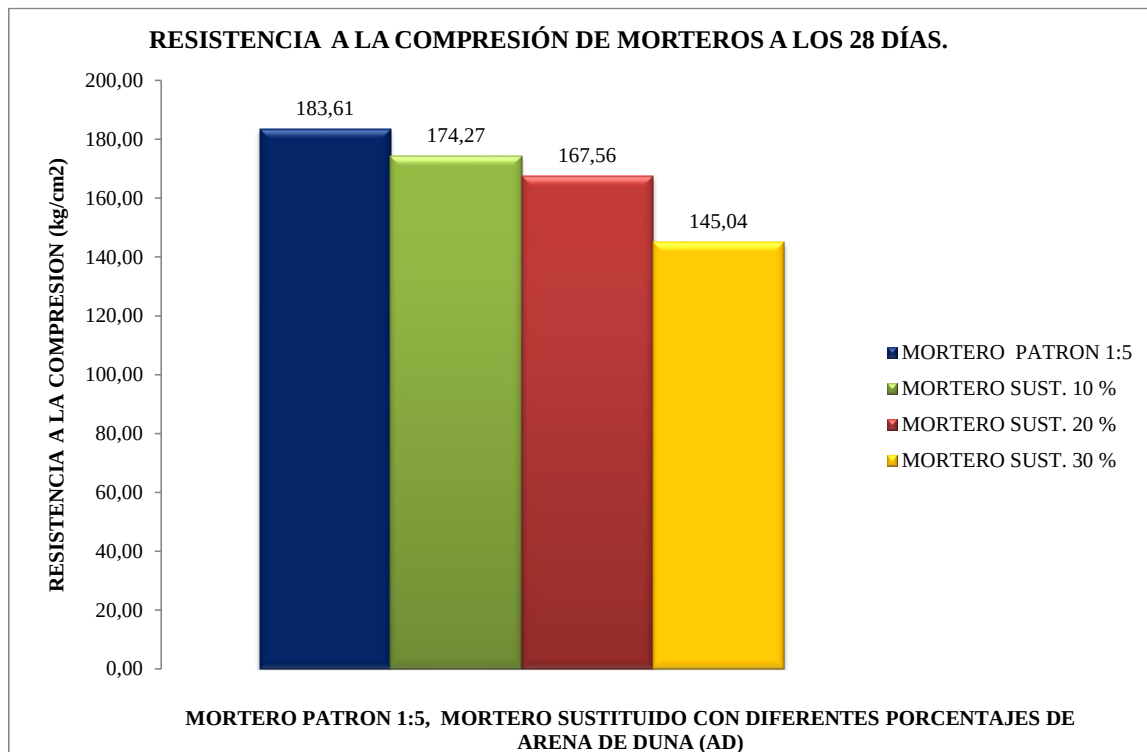
Figura 16. Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con arena de duna: Dosificación P3 (1:5).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16, se visualizan que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30%, todos exhiben una disminución en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:5.

Figura 17. Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P3 (1:5), mortero patrón y sustituido con arena de duna.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17, se visualiza que los morteros sustituidos arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% exhiben una disminución en la resistencia a la compresión de 5.09%, 8.74% y 21.01% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:5 (sin AD), quien presenta mayor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

V. DISCUSIÓN.

5.1. Discusión de resultados.

5.1.1. *Ensayos del agregado fino y la arena de duna.*

5.1.1.1 *Granulometría y módulo de fineza.*

La RNE E.070, establece que el porcentaje arena retenida entre dos mallas continuas no debe ser mayor al 50%. Respecto al módulo de fineza deberá oscilar entre el 1.6 y 2.5, por lo tanto, la granulometría obtenida en este proyecto para la arena fue 2.37 y respecto a la arena de duna, se adquirió el valor de 2.47, ambos ubicándose en el rango estipulado por el RNE.

5.1.1.2. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino y la arena de duna.*

La NTP 400.022 AGREGADOS, establece que el peso específico del agregado fino debe oscilar entre 2400 kg/m³ y 2900 kg/m³. En este caso, el peso específico del agregado fino adquirido fue de 2530 kg/m³ y 2571 kg/m³ respecto a la arena de duna, hallándose entre los parámetros exigidos. Respecto al caso de la absorción si se encuentra entre los parámetros exigidos por la Norma que oscilan desde 0% - 5%, obteniéndose como absorción adquirida del agregado fino 2.25% y 0.60% respecto a la arena de duna.

5.1.1.3. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.*

La NTP 400.017 AGREGADOS, establece que el peso unitario aproximado del agregado fino generalmente oscila entre valores de 1200 a 1750 kg/m³. El peso unitario suelto seco y compactado seco del agregado fino fue de 1559 kg/m³ y 1741 kg/m³ hallándose en concordancia a los límites estipulados. y respecto al peso unitario suelto seco y compactado seco de la arena de dunas, se obtuvieron los valores de 428 kg/m³ y 568 kg/m³ respectivamente.

5.1.1.4. *Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*

La NTP 339.185 AGREGADOS, establece que el contenido de humedad evaporable del agregado fino debe oscilar en porcentajes entre 0 a 100%. Para este

caso en particular se adquirió un contenido de humedad evaporable de 0.57% y 0.16 respecto a la arena de dunas, ambos encontrándose en concordancia con los límites estipulados.

5.1.2. Diseño de mezclas del mortero.

Las dosificaciones utilizadas en este proyecto se eligieron en concordancia al tipo de uso del mortero (Muros tipo portantes y Muros tipo No portantes), estipulados en el art. 06 del RNE E.070.

Las relaciones A/C para las dosificaciones 1:3, 1:4 y 1:5 fueron 0.70, 0.80 y 0.95 respectivamente.

5.1.3. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y con presencia de arena de duna.

5.1.3.1. Propiedades físicas del mortero patrón y modificado con presencia de arena de dunas.

Los resultados adquiridos del presente proyecto no conciernen una comparación respecto a otras investigaciones realizadas, esto en base a que no se han encontrado investigaciones referenciales sobre las proporciones establecidas en el presente estudio.

5.1.3.1.1. Fluidez.

Según la NTP 334.057 CEMENTOS, señala que el porcentaje óptimo de fluidez debe oscilar entre los porcentajes de $100 \pm 5\%$, por consiguiente, los morteros patrones (1:3, 1:4 y 1:5) cumplen satisfactoriamente con lo estipulado en la norma. Para este caso particular de morteros sustituidos con arena de dunas, se aprecia que la fluidez disminuye en concordancia aumenta el porcentaje de arena de duna en la mezcla, en comparativa al mortero patrón.

5.1.3.1.2. Contenido de aire.

Según resultados adquiridos respecto el contenido de aire adquirido del mortero patrón y del mortero con presencia de arena de duna, cumplen satisfactoriamente con los parámetros estipulados por la NTP 399,610 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, la cual establece que el máximo porcentaje de contenido de aire para el mortero debe ser del 12%.

5.1.3.1.3 *Peso unitario*

Por medio del ensayo de Peso unitario del concreto en estado fresco según la NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Respecto al peso unitario en el mortero, los resultados indican un decrecimiento por la presencia de la arena de duna a la mezcla en comparativa con el mortero patrón (sin AD); por lo que se infiere que mientras aumente el volumen de arena de duna se presenciara un decrecimiento en el peso unitario.

5.1.3.2 ***Propiedades mecánicas de la mezcla del mortero patrón y con arena de dunas (sustitución).***

5.1.3.2.1 *Resistencia a la compresión.*

Según la norma NTP 399.610 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, considera que los morteros patrón y con presencia de arena de dunas (sustitución) se clasifican como morteros clase “M”, considerando esto, los morteros que lograron exceder resistencias que superen a 175.4 kg/cm² (valor indicado en la especificación normalizada para morteros) fueron:

En la dosificación 1:3, las muestras que superaron al 175.4 kg/cm² en base a la resistencia a la compresión, fueron el mortero patrón (285.65 kg/cm²) y con sustitución del 10% de arena de duna (274.82 kg/cm²), con 20% de AD (267.58 kg/cm²) y 30% de AD (233.65 kg/cm²), logrando cumplir con la resistencia estipulada por la norma.

En dosificación 1:4, las muestras que superaron al 175.4 kg/cm² en base a la resistencia a la compresión, fueron el mortero patrón (262.25 kg/cm²) y con sustitución del 10% de arena de duna (240.75 kg/cm²), con 20% de AD (233.67 kg/cm²) y 30% de AD (197.55 kg/cm²), logrando cumplir con la resistencia estipulada por la norma.

En dosificación 1:5, las muestras que superaron al 175.4 kg/cm² en base a la resistencia a la compresión, fueron el mortero patrón (183.61 kg/cm²), mientras que los morteros con sustitución de 10%, 20% y 30% de AD alcanzaron valores de 174.27

kg/cm², 167.56 kg/cm² y 145.04 kg/cm² respectivamente, no logrando cumplir con la resistencia estipulada por la norma.

Los resultados indican que la sustitución porcentual de arena de río por la arena de duna en las dosificaciones de 1:3 y 1:4 cumplen con las resistencias normadas.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a los ensayos de granulometría realizados, se visualiza la arena de duna es un árido fino que se encuentra dentro los rangos de gradación estándar que establece la NTP 400.012, concluyéndose que la arena de dunas si es apta para ser utilizada en la elaboración de morteros sin perjudicar o producir efectos no deseados en el producto final.
- En base los resultados, se aprecia que la sustitución de arena de rio por arena de duna mejoran la trabajabilidad de la mezcla del mortero teniendo un límite determinado, concluyéndose que conforme aumenta el porcentaje de arena de duna, la trabajabilidad disminuye haciendo que la mezcla elaborada tenga un carácter más fluido y trabajable.
- En base al contenido de aire adquirido del mortero patrón y del mortero con presencia de arena de duna, los resultados indican que ningún diseño de mezclas fue mayor al 8% del contenido de aire, concluyéndose que la arena de duna cumple satisfactoriamente con los parámetros estipulados por la NTP 399,610, la cual establece que el máximo porcentaje de contenido de aire para el mortero – cemento Tipo “M” debe ser del 12%.
- Respecto al peso unitario del mortero, tras observarse que los morteros sustituidos con arena de duna en proporciones del 10%, 20% y 30% exhiben una disminución en el peso unitario, se concluye que cuando aumente la presencia de arena de duna, menor será el peso unitario del mortero.
- Respecto al ensayo de resistencia a la compresión, los resultados fueron los esperados para la proporción de 1:3, del mortero en sustitución del 10% de AD, 20% de AD y 30% de AD, para la proporción de 1:4, del mortero en sustitución del 10% de AD, 20% de AD y 30% de AD cumplieron con la resistencia estipulada por la norma, concluyéndose que el porcentaje más apropiado para utilizar como sustituto de la arena de río es el 10% de AD siendo menor a la resistencia del mortero patrón, pero mayor a la

resistencia del valor mínimo de 175.4 kg/cm² requerido para morteros por la NTP.

VII. RECOMENDACIONES

- Es recomendable que, al realizar los ensayos a los agregados respecto a la granulometría y módulo de fineza, se consideren estrictamente los procedimientos y alcances que estipulan la NTP y el RNE para adquirir resultados eficaces.
- En las dosificaciones de sustitución de arena de duna es recomendable seleccionar una relación agua/cemento óptimo, con la finalidad de adquirir una fluidez que logre cumplir con los valores requeridos y se encuentre entre los límites de $110 \pm 5\%$ según establece la NTP.
- Se recomienda no usar altos porcentajes de arena de duna en la elaboración del mortero debido a que tienden a aumentar el porcentaje de aire dificultando la trabajabilidad de la mezcla.
- Se recomienda que para tener un para adquirir un peso unitario optimo trabajar con los porcentajes promedios trabajados en esta investigación.
- Respecto al comportamiento físico – mecánico del mortero con presencia de arena de duna, es recomendable utilizar la proporción de 10% con sustitución de AD, con la finalidad de adquirir mejoras en el comportamiento físico - mecánico del diseño de mezclas del mortero para su correspondiente uso en trabajos de albañilería simple.

III. PROPUESTA

8.1. Generalidades

Se plantea considerar la utilización de un árido novedoso como es el agregado de arena de duna para diseñar mezclas de mortero, teniendo por enfoque estudiar su influencia en las propiedades de este aglutinante y así brindar una propuesta eco amigable con el medio ambiente y a su vez reducir los costos en el proceso de elaboración de mortero.

8.2. Análisis

Se examina cada resultado adquirido de los ensayos en el laboratorio, según los diversos diseños porcentuales tras sustituir al agregado fino natural por agregado de arena de dunas (10 %, 20%, 30%), corroborando sí es apto para ser utilizado en la elaboración de mortero.

8.3. Diseño

El diseño de la investigación que se utilizará es el Cuasi-Experimental, porque se realizarán ensayos en el laboratorio para comprobar en base a los resultados, cuál de las tres sustituciones porcentuales de arena de río por arena de duna es la más óptima para la elaboración de mortero.

8.4. Implementación

La implementación requerida para este estudio tiene como principal sede; un laboratorio que este implementado con todos los componentes necesarios para realizar los ensayos de materiales exigidos para este proyecto, teniendo en consideración la vigente Normatividad Peruana respecto a cada ensayo.

8.5. Costo y presupuesto

Tabla 27

N°	BIENES	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Ensayos de laboratorio (incluye materiales)	Global	7500.00	7500.00
TOTAL				7500.00
N°	SERVICIOS	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Pasajes y movilización	Global	600.00	600.00
2	Impresiones	Global	400.00	400.00
3	Internet	Global	450.00	450.00
4	Empastados	5	100.00	500.00
5	Anillados	10	5.00	50.00
TOTAL				2000.00
TOTAL: BIENES y SERVICIOS				9,500.00 nuevos soles

Financiamiento.

Este proyecto será financiado por el autor de esta investigación.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadou Y, Ghrieb A. y Bustamante R. (2020) Crushed concrete waste influence on dune sand mortar performance. Contribution to the valorization. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320335252>
- ASTM C270-08a. Standard Specification for Mortar for Unit Masonry.
- ASTM C29 – 17. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate.
- ASTM C642 - 13 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.
- ASTM C1437-01 Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar
- Consuegra¹ L. , Acanda J. , Torres M. y García C. (2016) Estudio del surgimiento, clasificación y propiedades de los morteros. Obtenido de:
<http://monografias.umcc.cu/monos/2016/FCT/mo16183.pdf>
- Ghrieb A. y Abadou Y. (2021) Optimization of the limestone fines proportion for dune sand mortar based on a statistical model. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321005010>
- Kaufmann J. (2020) Evaluation of the combination of desert sand and calcium sulfoaluminate cement for the production of concrete. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820302865>
- Liu Y., Li Y., Jiang G. (2020) Orthogonal experiment on performance of mortar made with dune sand. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820322595>

- Martínez Zamora, L. (2013) Límites de conformidad de finos pasados por el tamiz 200. Influencia reológicas- mecánicas en la matriz de hormigón. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas Cuba Matanzas (Cuba). Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4728446>
- Modenese P. (2016). Mortero de cemento: dosificación y rendimiento. Manual de Obra. Obtenido de: <https://www.manualdeobra.com/blog/mortero#commenting>.
- Pacsi R.(2018) Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz N° 200 (ASTM), elaborados en la ciudad de Puno. Universidad Nacional Del Altiplano. Puno - Perú. Obtenido de: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6896/Pacsi_Catacora_Rub%C3%A9n_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pazmiño A. , Tierra E. (2018) Viabilidad del uso de la arena de mar en la industria de la construcción en zonas costeras del Ecuador. Universidad Nacional de Chimborazo. Chimborazo – Ecuador. Obtenido de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4495>
- Rabanal O. (2017) Resistencia a compresión de un mortero cemento-arena (1:3 y 1:4) al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna (10 Y 20%). Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11391>
- Reaño F. (2019) Evaluación experimental del uso de arena de duna como agregado fino para el concreto. Universidad de Piura. Piura – Perú. Obtenido de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4090/ICI_272.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Riquett A. (2018) Concretos de alto desempeño: métodos de diseño y su implementación. Universidad Autónoma De Sinaloa. Obtenido de: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/293/1140875132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sánchez A. (2018) Optimización del diseño de morteros cemento – arena mediante un método gráfico en la Ciudad de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú. Obtenido de: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1916/Tesis%20Maestr%c3%ada%20Arturo%20S%c3%a1nchez%20Paniagua.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Torres O. (2015) Variación de la resistencia del concreto, utilizando agua de mar y arena de playa, provenientes del Edo Vargas (Catia La Mar). Universidad Nueva Esparta. Caracas – Venezuela. Obtenido de: <http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/1921/1/TG4889.pdf>

- Zambrano H. (2018) Efectos degradantes de la arena y agua de mar en el hormigón. Universidad De Guayaquil. Guayaquil – Ecuador. Obtenido de: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32471/1/ilovepdf_merged.pdf

- Zhang Q., Liu Q., Liu H., Che J., Chen X. y Doh S. (2021) Effect of desert sand on the uniaxial compressive properties of mortar after elevated temperature. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706520304071>

X. ANEXOS

- A. Operacionalización de variables.
- B. Matriz de consistencia.
- C. Panel fotográfico.
- D. Certificado de Laboratorio.



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS
CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS
PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA,
LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO A
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**AUTOR:
Bach. COTRINA ESTELA, Boris José**

**ASESOR:
Ing. Castope Camacho, Miguel**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

CHICLAYO - PERÚ

2021

Tabla 28. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	METODOS DE ANALISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades de del mortero	Una de las características que presenta un mortero, se establecen dos distintas etapas distinguidas por sus características físicas, teniendo por denominación mortero en estado fresco y al mortero en estado endurecido. Debido a esto, la correcta en la elaboración del mortero, es un factor importante tener consideración de las propiedades de cada componente de este material.	Se realiza la fabricación de probetas de concreto, cuya materia prima está conformada por la mezcla de arena, piedra, y agua esta es diseñada en probetas cilíndricas para evaluar su comportamiento mecánico en ensayos de laboratorio.	Propiedades físicas y mecánicas	.Resistencia a la compresión .Resistencia a la tracción por flexión .Absorción .Peso específico .Peso unitario y suelto	.Máquina de ensayos a la compresión .Máquina de ensayos a la tracción .Balanza, horno, Recipiente con agua	Observación experimental	Formatos de ensayos	.kg/cm ² .kg/cm ² .%
VARIABLE INDEPENDIENTE: Arena de dunas	Es la acumulación de arena obtenida del desierto, este árido se consigue tras el desplazamiento a través de la erosión y transporte de componentes del viento (viento de erosión). El viento es muy eficaz para la erosión y el transporte de partículas debido a la falta de vegetación, humedad y relieve que atrape y estabilice estas partículas. los vientos que soplan sobre la superficie de la tierra fácilmente trasladan estas partículas originando la existencia de este tipo de arenas conocidas como Arena de dunas.	Se lleva a cabo el análisis granulométrico para obtener la gradación adecuada para su utilización.	Características de los agregados de la mezcla	. Forma .Dimensión .Textura	.Tamizado en malla normalizadas	Observación experimental	Formatos de ensayos	. Observación . Pulgadas .Observación

Fuente: Elaboración propia



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS
CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS
PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA,
LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO B
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**AUTOR:
Bach. COTRINA ESTELA, Boris José**

**ASESOR:
Ing. Castope Camacho, Miguel**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

**CHICLAYO - PERÚ
2021**

Tabla 29. Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	PRESUPUESTO
"Análisis de las propiedades de morteros cemento-arena al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de duna, Lambayeque - 2020".	En los diferentes proyectos de construcción estamos acostumbrados, por tener mayor accesibilidad a utilizar materiales no renovables, lo que conlleva a paulatinamente ir depredando las canteras o las orillas de los ríos para la obtención de los agregados. Las dunas siempre han representado una amenaza a las viviendas cercanas, a terrenos agrícolas, y a las vías de comunicación. A lo largo del litoral peruano, se presentan muchos lugares que han sido afectados por dicha arena, y los programas que se desarrollaron para dicha protección no cumplieron su función. En otros continentes, como África, Asia y Oceanía, al contar con grandes extensiones desérticas, y luego de realizarse constantes estudios, se ha optado por la utilización de arenas de dunas.	El reemplazo de distintos porcentajes de arena de río por arena de duna, influye en las propiedades del mortero arena - cemento.	Análizar las propiedades del mortero cemento-arena al reemplazar distintos porcentajes de arena de río por arena de dunas.	Tipo de estudio: Cuantitativa. Diseño: Cuasi-experimental	Observación: Se analiza las propiedades de mortero cemento-arena con arena de duna en reemplazo porcentual de arena de río, y se tomará nota de los resultados obtenidos. Análisis de Documentos: Se tuvo en cuenta libros, tesis, revistas, normas técnicas, etc., relacionados al tema que se investigó.	s/ 9,500.00
	FORMULACION DEL PROBLEMA	JUSTIFICACION	OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLES: Variable independiente: Arena de duna Variable dependiente: Propiedades del mortero	METODO DE ANALISIS DE DATOS Enfoque cuantitativo	FINANCIAMIENTO: Propio
	¿Cómo influye en las propiedades del mortero cemento-arena, el reemplazo de distintos porcentajes de arena de río por arena de duna?	Teórica. El territorio peruano está constituido por muchas zonas desérticas, ubicadas en la costa norte, en las que encontramos en grandes cantidades arena natural muy fina, formando dunas, he allí que nace la idea de utilizar dicha arena para la elaboración de mortero. Y que al disminuir el uso de agregados convencionales también se le agrega un aporte medioambiental. Metodológica. Debido a que las fuentes de obtención de agregados naturales, son cada vez más escasas, al estar siendo depredadas por el sector construcción, esta nueva alternativa de estudio, resulta primordial para la conservación y protección de recursos no renovables y así reducir considerablemente el impacto ambiental de las diferentes obras de construcción. Práctica. El ser humano está obligado a ser participe en mantener el equilibrio en la naturaleza, y al hacerse los agregados imprescindibles para el avance continuo del sector construcción, es que se ve en la necesidad de ver materiales optativos a los convencionales, para así disminuir la utilización de dichos productos que son no renovables.	- Determinar la granulometría de los agregados, peso específico, unitario, compactado, suelto, contenido de humedad y absorción de la arena de río, arena de duna, y del agregado obtenido del reemplazo de los diversos porcentajes de arena de río por arena de duna. - Obtener el flujo de las tres mezclas diseñadas de mortero y de los tres distintos porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna. - Hallar el contenido de aire del mortero de cada una de las mezclas diseño y de los tres distintos porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna. - Determinar el peso unitario del mortero de los tres diseños de mezcla y de los tres distintos porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna. - Hallar la resistividad ante la compresión de cada mortero diseñado con distintas mezclas y porcentajes de reemplazo de arena de río por arena de duna.	Población. La población que se utilizará es la de mezclas de mortero, de tres diferentes diseños (1:3, 1:4 y 1:5), con tres porcentajes de sustitución de arena de río por arena de dunas (10%, 20% y 30%). Muestra. Las muestras se distribuyen de la siguiente manera: - En el ensayo de flujo, al realizarse tres diseños de dosificaciones de C: A, y al realizar tres diferentes porcentajes de sustitución arena de río por arena de duna, y que cada muestra de mortero pesa 1 kg en estado plástico, y a la vez planteándose elaborar cuatro de cada diseño según estipula la norma ASTM C1437, tenemos en total 36 kg. (3 x 3 x 1 x 4 = 36 kilogramos). - En las pruebas de absorción y densidad, al ensayarse tres tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y al realizar tres diferentes porcentajes de sustitución arena de río por arena de duna y a la vez planteándose elaborar cuatro muestras de cada diseño, que son cubos de 5 cm de lado según manda la norma ASTM C642. En total ensayaremos 36 probetas. (3 x 3 x 4 = 36 probetas). - Para las pruebas de resistencia a la compresión, se ensayarán tres tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y al realizar tres diferentes porcentajes de sustitución de arena de río por arena de duna, y elaborar doce muestras de cada diseño que se romperán a los 3, 7 y 28 días, y que son cubos de 5 cm de lado según manda la norma ASTM C109. En total ensayaremos 108 probetas (3 x 3 x 12= 108 probetas).	ASPECTOS ETICOS: Ética de la recolección de datos. La aplicación de los formatos para estudios de los ensayos basados en la NTP. Las entrevistas realizadas están orientadas al tema en estudio, sin ambigüedades. Ética de la publicación Seguros de contar con los resultados óptimos producto de nuestra investigación, tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en mi estudio, procederé a dar por terminado mi informe final de Tesis, el mismo que servirá para posteriores estudios. Ética de la aplicación La presente investigación generará beneficios sociales, económicos y ambientales, dependiendo de quién se da derecho para utilizar los resultados de la investigación.	PROGRAMACION: 6 meses Inicio: Agosto 2020 Término: Enero 2021

Fuente: Elaboración propia



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS
CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS
PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA,
LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO C
PANEL FOTOGRÁFICO**

**AUTOR:
Bach. COTRINA ESTELA, Boris José**

**ASESOR:
Ing. Castope Camacho, Miguel**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

**CHICLAYO - PERÚ
2021**

RECOLECCION DE ARENA DE DUNA



Fotografía 01 - Recolección de arena de duna



Fotografía 02 - Recolección de arena de duna



Fotografía 04- Recolección de arena de duna



Fotografía 05- Recolección de arena de duna



Fotografía 06 – Arena de duna a utilizar

ENSAYO DE GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS



Fotografía 07 - Tamices para el ensayo de granulometría del agregado fino.

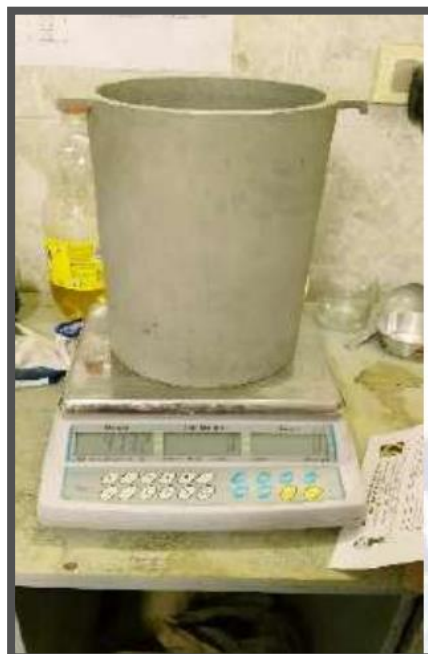


Fotografía 08 - Procedimiento para granulometría

ENSAYO DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS



Fotografía 09 - Peso unitario suelto seco de la arena.



Fotografía 10 - Peso del molde.

ENSAYO DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS



Fotografía 11 - Proceso del ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino

ENSAYO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS



Fotografía 12 - Colocación de los agregados en el horno por 24 horas para el ensayo de contenido de humedad.



Fotografía 13 – Resultados del Ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

ENSAYO DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN



Fotografía 14 - Determinación del peso específico y absorción del agregado fino



Fotografía 15 - Determinación del peso específico y absorción del agregado fino

ENSAYO DE FLUIDEZ



Fotografía 16 - Molde llenado con mortero



Fotografía 17 - Medición del flujo del mortero

CUBOS DE MORTERO



Fotografía 18 – Molde para cubos de mortero.



Fotografía 19 – Desmoldado de cubos de mortero.



Fotografía 20 – Cubos de mortero desmoldados

ENSAYO DE COMPRESIÓN DEL MORTERO CON ARENA DE DUNAS



Fotografía 21 – Ensayo a compresión de testigos de mortero.



Fotografía 22 – Falla presentada de testigos ensayados a compresión



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS
CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS
PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA,
LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO D
CERTIFICADO DE LABORATORIO**

AUTOR:

Bach. COTRINA ESTELA, Boris José

ASESOR:

Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Desarrollo de materiales compuestos

Tecnología del concreto

CHICLAYO - PERÚ

2021



HESA CONSULTORES S.R.L

CONSULTORIA, ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS,
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS (LABORATORIO), DISEÑO DE CONCRETO,
ASFALTO Y CANTERAS, TRABAJOS DE TOPOGRAFIA.



CERTIFICADO DE LABORATORIO:

Mediante el presente certificado la empresa **HESA CONSULTORES SAC**, con RUC **20601614759**, y domicilio legal en calle AREQUIPA N.º 365 – pueblo joven TUPAC AMARU – CHICLAYO – LAMBAYEQUE; por intermedio de don **JORGE MANUEL LLICAN JACINTO**, identificado con DNI 45736473; Técnico de laboratorio general, y don **JULIO CESAR QUIROZ AYASTA**, identificado con reg. CIP 45539, en su calidad de **JEFE DE LABORATORIO**.

Certifica que don **COTRINA ESTELA, Boris José** identificado con DNI 70926479, egresado de la carrera de ingeniería de civil, de la prestigiosa Universidad de Particular de Chiclayo, ha realizado sus ensayos de laboratorio en nuestras instalaciones para su proyecto de tesis **“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES DE MORTEROS CEMENTO-ARENA AL REEMPLAZAR DISTINTOS PORCENTAJES DE ARENA DE RÍO POR ARENA DE DUNA, LAMBAYEQUE - 2020”**.

Durante las fechas entre los meses de abril y mayo del 2021.

Se expide el presente certificado para fines que crea conveniente.

CHICLAYO, 15 DE JUNIO DEL 2021


JORGE LLICAN JACINTO
TECNICO LABORATORISTA


Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasta
INGENIERO CIVIL
CIP N° 45539