



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Uso de diatomita en el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su  
resistencia mecánica, Moyobamba, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Vásquez Velásquez Elsa Karolina (ORCID: 0000-0002-4889-9444)

Neira Huamán Leidy Diana (ORCID: 0000-0001-8128-505X)

ASESORA:

Mg. Torres Bardales Lyta Victoria (ORCID: 0000-0001-8136-4962)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

MOYOBAMBA – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

El presente dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y es quien está presente en todo momento. A mis padres, que con su confianza, amor y apoyo incondicional me ayudan a cumplir mis metas, a mis abuelos por ser mi ejemplo de vida.

**Leidy Diana Neira Huamán.**

A María Velásquez, mi madre (Q.E.P.D.), por su amor infinito, paciencia y bondad. A mi Padre, Julio Vásquez, por ser mi guía y apoyo desde siempre, quién me inspira a alcanzar mis metas y con mucho amor me enseñó a confiar en mí. A Victoria, mi sobrina, por mostrarme lo que es la vida. A mis abuelitos, por tantos momentos llenos de alegría. A mis tres hermanas, Sonia, Janina y Sandra, por su constante e incondicional apoyo durante todo este proceso.

A todos ustedes dedico este trabajo.

**Elsa Karolina Vásquez Velásquez**

## **Agradecimiento**

A mi familia por apoyarme constantemente en todo ámbito de mi vida, tanto económico, emocional y por guiarme a alcanzar mis metas.

**Leidy Diana Neira Huamán.**

A la Universidad César Vallejo, y desde luego, a mis profesores, por compartir sus conocimientos. Mi más sincero agradecimiento a mi asesora de tesis, Mg. Lyta Victoria Torres Bardales, por su valiosa orientación, apoyo y comprensión durante el desarrollo de esta tesis. Gratitud infinita, a mis padres, por su cariño, esfuerzos y enseñanzas de vida para ser una mejor persona. A mi hermana mayor, Sonia, por su apoyo incondicional durante toda mi formación profesional. A mi sobrina Victoria y a mis hermanas Janina y Sandra, por su constante apoyo. A mis amigos y a toda mi familia.

A todos ustedes, mi más sincera gratitud.

**Elsa Karolina Vásquez Velásquez**

## **Página del Jurado**

## **Página del Jurado**

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, **ELSA KAROLINA VÁSQUEZ VELÁSQUEZ**, identificado con DNI N° 73527812, estudiante del programa de estudio de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: **“Uso de diatomita en el concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”**, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría.

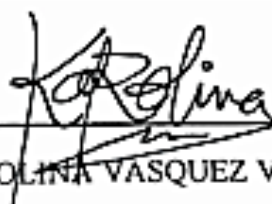
He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, 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 (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Moyobamba, diciembre del 2019.



ELSA KAROLINA VÁSQUEZ VELÁSQUEZ

DNI: 73527812

## Declaratoria de autenticidad

Yo, **LEIDY DIANA NEIRA HUAMÁN**, identificada con DNIN° 71774839, estudiante del programa de estudio de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: “Uso de diatomita en el concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría.

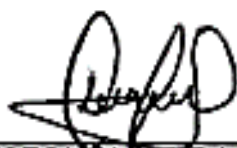
He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto-plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, 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 (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Moyobamba, diciembre del 2019.



---

**LEIDY DIANA NEIRA HUAMAN**  
DNI: 71774839

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	vi
Índice .....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO .....	11
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
2.2. Operacionalización de variables.....	12
2.3. Población, muestra y muestreo .....	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	15
2.5. Procedimiento .....	16
2.6. Métodos de análisis de datos .....	16
2.7. Aspectos éticos .....	16
III. RESULTADOS .....	18
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES .....	33
VI. RECOMENDACIONES .....	35
REFERENCIAS .....	36



ANEXOS .....	43
Anexo 1. Matriz de Consistencia .....	44
Anexo 2. Figuras y Tablas.....	46
Anexo 3. Panel Fotográfico.....	47
Anexo 4. Diseño de mezcla de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – Método ACI-211-1 .....	76
Anexo 5. Características físicas de los agregados .....	78
Anexo 6. Prueba de resistencia a la compresión de especímenes de concreto (ASTM C-39) .....	82
Anexo 7. Medición del pH del agua.....	103
Anexo 8. Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	113
Anexo 9. Porcentaje del Turnitin .....	115
Anexo 10. Autorización de publicación de tesis al repositorio.....	116
Anexo 11. Autorización final del trabajo de investigación.....	118

## Índice de tablas

Tabla 1. Esquema de diseño para la investigación de diatomita (sin ataque de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) .....	12
Tabla 2. Esquema de diseño para la investigación de diatomita (con ataque de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , luego de 28 días de curado en agua) .....	12
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	13
Tabla 4. Población y muestra .....	14
Tabla 5. Población y muestra .....	15
Tabla 6. Características de los agregados .....	19
Tabla 7. Diseño de mezcla del concreto patrón y de concreto óptimo (adición de 10% diatomita) para 1 m <sup>3</sup> de concreto .....	22
Tabla 8. Comparación económica del concreto control y del concreto óptimo (10% diatomita) para 1m <sup>3</sup> .....	23
Tabla 9. Composición del Clinker del cemento Portland .....	46
Tabla 10. Composición química y mineralógica media del Clinker del cemento Portland ...	46

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema de experimento y variables .....	11
Figura 2. Características físicas de las diatomitas de Bayóbar (Perú) .....	18
Figura 3. Análisis químico de las diatomitas de Bayóbar (Perú) .....	18
Figura 4. Comparación de resultados de la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto con adición de 0%, 10%, 20% y 30% de diatomita, expuestas a ácido sulfúrico por 10 días luego de 28 días de curado en agua .....	20
Figura 5. Gráfico de la comparación de la resistencia a la compresión del concreto control (0% diatomita) y de los concretos con adición de diatomita (10%, 20% y 30% diatomita) a los 7, 14, 28, 38 y 56 días en H <sub>2</sub> O. en el software IBM SPSS.....	24
Figura 6. <i>Comparación de la resistencia a la compresión del óptimo diseño (10% diatomita) y el concreto control (0% diatomita) a los 7,14, 28 y 56 días en H<sub>2</sub>O, procesado en el software IBM SPSS .....</i>	<i>25</i>
Figura 7. Gráfico de la comparación económica del concreto control (0% diatomita) y del concreto óptimo (10% diatomita), procesado en el software IBM SPSS .....	25
Figura 8. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto control $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> a los 7, 14, 28 y 56 días en H <sub>2</sub> O.....	26
Figura 9. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con 10% de diatomita a los 7, 14, 28 y 56 días en H <sub>2</sub> O .....	26
Figura 10. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con 20% de diatomita a los 7, 14, 28 y 56 días en H <sub>2</sub> O.....	27
Figura 11. Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con 30% de diatomita a los 7, 14, 28 y 56 días en H <sub>2</sub> O.....	27
Figura 12. Gráfico de la validación de hipótesis mediante el software IBM SPSS de los concretos con 0%, 10%, 20% y 30% de diatomita a la edad de 38 días (28 días de curado H <sub>2</sub> O y 10 días expuestos en una solución de 2SO <sub>4</sub> ).....	28
Figura 13. Diatomeas, algas unicelulares microscópicas .....	46

## RESUMEN

La presente tesis de investigación procura dar solución a un problema que aún no ha sido considerado en la ciudad de Moyobamba, como es el deterioro de las estructuras de concreto por la acidez que presentan los suelos. En tal sentido la adición de diatomita potenciará las propiedades puzolánicas del concreto, para resistir la lixiviación superficial generada por el contacto, permitiendo alcanzar mayor resistencia a las estructuras, testeándose mediante ensayos de compresión correspondientes. De esta manera, se espera que las estructuras puedan tener una vida útil más larga y con menos costos de mantención.

Para hacer la demostración del repentino deterioro de las estructuras de concreto, se elaboraron 52 probetas cilíndricas concreto de 6"x12" adicionándole al diseño de mezcla diatomita, sustituyendo al cemento en porcentajes de 10%, 20% y 30%, lo cual son divididas en dos grupos: El primer grupo, 12 probetas tendrán un contenido de 100% cemento y las otras 36 tendrán cemento portland extraforte + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), que luego de 7, 14, 28 y 56 días curadas en agua serán evaluadas mediante ensayo de resistencia a compresión.

El segundo grupo de 4 probetas con el mismo diseño de mezclas; 1 probeta con un contenido de 100% cemento extraforte y 3 con cemento portland extraforte + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), después de ser curadas 28 días en agua; estas fueron expuestas a una solución de ácido sulfúrico (1%) por 10 días.

Al finalizar la prueba, se vio reflejado el ataque del sulfato mediante la pérdida de masa del concreto y la resistencia a la compresión.

El análisis realizado mediante el ensayo de compresión muestra resultados de corrosión a las probetas patrón se observó mayor daño causado al concreto y con la adición del 10% de diatomita se logró que al concreto tenga menores daños, es decir dio mejores resultados.

**Palabras claves:** Concreto, diatomita, ácido sulfúrico, sulfatos.

## ABSTRACT

This research thesis seeks to solve a problem that has not yet been considered in the city of Moyobamba, such as the deterioration of concrete structures due to the acidity of the soil. In this sense, the addition of diatomite will enhance the pozzolanic properties of the concrete, to resist the surface leaching generated by the contact, allowing greater resistance to the structures, being tested by corresponding compression tests. In this way, it is expected that the structures can have a longer lifespan and with less maintenance costs.

To demonstrate the sudden deterioration of concrete structures, 52 6 "x12" concrete cylindrical specimens were made adding to the diatomite mix design, replacing cement in percentages of 10%, 20% and 30%, which are divided in two groups: The first group, 12 specimens will have a 100% cement content and the other 36 will have portland extraforte + diatomite cement (10%, 20% and 30% of the cement), which after 7, 14, 28 and 56 Water cured days will be evaluated by compression resistance test.

The second group of 4 specimens with the same mix design; 1 specimen with a content of 100% extraforte cement and 3 with portland extraforte cement + diatomite (10%, 20% and 30% of the cement), after being cured 28 days in water; these were exposed to a solution of sulfuric acid (1%) for 10 days.

At the end of the test, the sulfate attack was reflected by the loss of concrete mass and compressive strength.

The analysis performed by the compression test shows corrosion results to the standard specimens, greater damage caused to the concrete was observed and with the addition of 10% of diatomite it was achieved that the concrete has less damage, that is to say it gave better results.

**Keywords:** Concrete, diatomite, sulfuric acid, sulfates.

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se muestra la **realidad problemática** considerando al concreto como uno de los materiales más utilizados en el ámbito de la construcción a nivel mundial, que al ser expuesto a ambientes con sulfatos genera su degradación; mediante el transporte de fluidos por la porosidad y permeabilidad del concreto, convirtiéndolo en un problema que afecta su resistencia mecánica, rendimiento del ciclo de vida y costos de mantenimiento. Precisamente, en Estados Unidos se estima alrededor de 20 millones de dólares anuales en mantenimiento de estructuras (PONCE, HUAMANI y SÁNCHEZ, 2015), considerando que es posible evitar pérdidas cerca de 100,000 millones de dólares tomando medidas de prevención contra la corrosión (GUNDAKER, 1996), pues, al ser zonas industriales son susceptibles al deterioro debido a la lluvia ácida, donde el ácido sulfúrico es un componente principal (BASSUONI y NEHDI, 2007), además, los edificios altos de concreto pueden dañarse debido a la exposición del agua de nubes con alta acidez durante un tiempo prolongado (OKOCHI et al., 2000), consecuentemente, la producción de cemento es considerada como la actividad más intensiva en energía y emisiones en la fabricación de concreto, donde la sustitución parcial del clínker de cemento por materiales cementantes suplementarios (SCM) que requieren un procesamiento menos intensivo generan una nueva alternativa para disminuir su producción (LI et al., 2017). A partir de esto, emerge la necesidad de usar materiales puzolánicos que mejoren la calidad del concreto expuesto a ambientes ácidos y más aún, cuando en el Perú se han registrado datos sobre la existencia de estas materias prima. Una de ellas, es la diatomita; una roca sedimentaria compuesta por esqueletos de plantas acuáticas microscópicas unicelulares (DOLLEY, 1991), donde su componente químico es básicamente dióxido de silicio,  $\text{SiO}_2$  (80–90%) con pequeñas proporciones de óxidos orgánicos y metálicos (CHEN et al., 2016). La acidez en los suelos es un factor determinante para la resistencia mecánica del concreto, por ello, es importante mencionar que el concreto, al ser un material de carácter básico, con pH aproximadamente de 13, es atacable por ácidos cuyo pH es menor de 7 como soluciones concentradas (1%) de ácido sulfúrico, nítrico, etc. (BROTO, 2005). Tal es el caso, en los suelos de la ciudad de Moyobamba que, químicamente presentan una reacción extremada a muy fuertemente ácida; lo que califica a los suelos con un pH de 3.3 a 3.8. (ESCOBEDO, 2005). Ante esta realidad, se considera importante atenuar los efectos de sulfatos en el concreto; ya que está vinculada con la vida útil de la estructura (MALHOTRA y METHA, 1996), y con la

protección del acero como parte intrínseca del concreto. Para ello, es necesario el uso de puzolanas naturales, como la diatomita, que mediante su adición porcentual al concreto mejora las propiedades mecánicas en ambientes ácidos, debido a su alto contenido en sílice. Cuando una solución de ácido sulfúrico tiene contacto con el concreto se va alojando al interior de su masa, compuestos hidratados del cemento reaccionan formando yeso (FERNÁNDEZ, 2013). Consecuentemente, el yeso puede reaccionar con el aluminato tricálcico del cemento formando sal de Candlot (etringita), un compuesto altamente expansivo que causa inestabilidad micro estructural en el concreto, provocando más expansión y degradación de resistencia mecánica (ZHAO et al., 2008). De esta manera, la solución de ácido sulfúrico genera en la superficie del concreto lixiviación del hidróxido cálcico generando disolución de la pasta de cemento endurecida (BREIT, 2002). Posteriormente, la diatomita produce un aumento de su superficie específica (Blaine), esto se debe a las partículas de grano muy fino como las frústulas de diatomeas, arcilla y granos calcáreos, creando una combinación de sílice reactiva y alto Blaine que da como resultado un cemento con propiedades mecánicas mejoradas (FRAGOULIS, 2005). Cabe resaltar que, los mecanismos de deterioro del concreto pueden ser de origen físico, químico o mecánico, como resultado de factores internos (NEVILLE, 2011), que al ser expuesto al ácido sulfúrico en concentraciones (0.5%, 1% y 3%) presenta mayor pérdida de resistencia mecánica y masa en las muestras que poseen más porcentaje de cemento (TORRES et al., 2019). Es habitual que su fase de degradación sea muy lenta y puede tomar años hasta observar la corrosión (HASAN et al., 2013). Sin embargo, los cementos suplementarios (SCM) ante la exposición del ácido sulfúrico muestran incremento en la resistencia del concreto (CHANG et al., 2005). Aunque el uso de diatomita exige mayor demanda de agua, la resistencia a la compresión es más alta que los del cemento Portland (STAMATAKIS et al., 2003). Además, al emplear un alto volumen de diatomita se disminuye la demanda de cemento, costo de concreto y contaminación ambiental, pudiendo reemplazar 40% del cemento sin una pérdida significativa en la resistencia a la compresión y con mejora en la resistencia a la tracción (AHMADI et al., 2018). La presente investigación pretende potenciar las propiedades puzolánicas del concreto, adicionando diatomita a la mezcla del concreto para resistir la lixiviación superficial generada por el contacto con soluciones de ácido sulfúrico, permitiendo alcanzar mayor resistencia mecánica de las estructuras de concreto, testeándose mediante ensayos de compresión correspondientes. De esta manera, se espera

que las estructuras puedan tener una vida útil más larga y con menos costos de mantención. Consecuentemente, el presente estudio comprende el desarrollo de **antecedentes**, desde el contexto **internacional** mencionado por RODRÍGUEZ, Ana, ROMERO, Jorge y CASTRO, Eleodoro (2005). En su trabajo de investigación titulado: *Comportamiento refractario de probetas de morteros conformadas con diatomitas como agregado*. (Artículo científico). Revista Colombiana de Química. Concluyeron que: la **diatomita, aumenta la resistencia del concreto** cuando la proporción de esta puzolana en la pasta de cemento Portland corresponde al 20% o más, teniendo un mayor resultado que la que poseen las probetas convencionales. Además, realizaron ensayos cristalográficos por difracción de rayos X (DRX) a las diatomitas, identificando transformaciones cristalinas, desde un período cristalino al no estar calcinadas a uno amorfo después de la calcinación, convirtiendo a las diatomitas en agregados reactivos y alcanzando una riqueza en SiO<sub>2</sub> de 86%. Así también, DEGIRMENCI, Nurhayat y YILMAZ, Arin. (2009). En su trabajo de investigación titulado: *Uso de diatomita como reemplazo parcial del cemento Portland en morteros de cemento*. (Artículo científico). Construction and Building Materials. Concluyeron que: la resistencia a la compresión del mortero de cemento con un 5% de contenido de diatomita cumplió con el valor mínimo especificado en las normas la sustitución de diatomita generalmente acrecentó la resistencia a la compresión después de 25 días y las barras del mortero de cemento sumergidas en una solución de sulfatos de sodio en 5% disminuyó y, en general, **la resistencia al sulfato de los morteros fue mayor que la del mortero de control**. De igual manera, ERGÜN, Ali. (2011). En su artículo publicado: *Efectos del uso de diatomita y polvo de mármol residual como reemplazo parcial del cemento en las propiedades mecánicas del concreto*. (Artículo científico). Construction and Building Materials. Dicha investigación concluyó que: las resistencias a compresión aumentaron en los concretos con sustituciones del 5% y 10%. El autor sugiere que **la diatomea sea usada hasta un 10% de sustitución del concreto, para mejorar su resistencia**. Así mismo, CARRANZA, Ricardo. (2017). En su trabajo de investigación titulado: *Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica*. (Tesis de Máster). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Concluyó que: las resistencias a compresión de los morteros que contenían un 10% de sustitución de diatomita, lograron superar a los morteros de control, a excepción de la tierra de diatomea de tipo Bodega, de esta manera a los 28 días la muestra de 10%



diatomita (Guatemala) alcanzó una resistencia de 66.05 MPa. (673.52 Kg/cm<sup>2</sup>) y la muestra control alcanzó 59.07 MPa (602.35 Kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a las dosificaciones para el mortero de 10% diatomita de Guatemala se usó 405.00 gr. de cemento, 45 gr. de diatomita, 225.00 gr. de agua, 1.80 gr. de superplastificante, 205.20 gr. de agregado fino, 324.00 gr. de agregado medio y 820.80 gr. de agregado fino. Por otra parte, la composición química de las tierras de diatomeas JJ, Guatemala, Bodega y bodega calcinada muestra que todas ellas tienen porcentajes de sílice superiores al 80% y que la suma de los tres óxidos fundamentales ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) tienen valores superiores al 75%, lo cual hace sus composiciones idóneas para comportarse como materiales puzolánicos. Por consiguiente, a **nivel nacional** mencionamos a URDAY, Aldo. (2015). En su trabajo de investigación: *Uso de la Diatomita para la Elaboración de Bloquetas Artesanales de Concreto en la Ciudad De Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. Concluyó que: la resistencia especificada según la Norma E-070, cumple a los 14 días de su evolución, lo que asegura la calidad y durabilidad de construcciones a temprana edad y **con la añadidura del 40% de Diatomita, aumenta su resistencia a la compresión**. De igual manera, LEANDRO, José. (2010). En su trabajo de investigación titulado: *Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Concluyó que: las adiciones de las diatomitas al concreto mejoraron la consistencia y la trabajabilidad del concreto fresco, debido a que añadieron un volumen adicional de finos a la mezcla, de esta manera su investigación identifica las características de los agregados que se usó, teniendo para el agregado fino un peso específico aparente de 2.76 gr, absorción de 1.92%, peso unitario suelto de 1560.7 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1776.8 Kg/m<sup>3</sup> y un módulo de finesa de 2.97 y 3.01, seguidamente, en el agregado grueso se tuvieron como resultados el peso específico aparente de 2.758 Kg/m<sup>3</sup>, absorción de 1.011%, peso unitario suelto de 1517.6 Kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1616.5 kg/m<sup>3</sup> y el tamaño máximo de 1". Aunque inicialmente la resistencia del concreto con los diferentes tipos de diatomita es baja, a los 14 días llegan al 100% de su resistencia, por otro lado, el concreto que posee la diatomita de Piura tiene un bajo incremento de su resistencia después de los 28 días, siendo las diatomitas provenientes de los yacimientos del departamento de Ica y Arequipa las que mostraron mejores resultados. En cuanto al costo de este tipo de concreto es mayor que el tradicional, debido a la gran cantidad de aditivo superplastificante; pero el beneficio es

presenta propiedades de durabilidad similares al de la microsílice. Seguido por, ORDOÑEZ, Jhanina. (2016). En su investigación titulada: *Influencia en la resistencia a la compresión axial al sustituir parcialmente cemento portland tipo I por diatomita en un concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$* , 2016. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Concluyó que: existe una **influencia positiva al sustituir parcialmente el cemento Portland tipo I por Diatomita** donde al substituir un 10% de cemento por diatomita se alcanza una resistencia a la compresión máxima de  $f'c = 247.12 \text{ Kg/cm}^2$ . Así también, CHUMPITAZ, Patricia. (2007). En su trabajo de investigación titulado: *Estudio experimental del uso de tierras diatomáceas en la producción del concreto de alta resistencia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Concluyó que: **cuando se reemplaza cemento por diatomita en un porcentaje de 5% y 10% se obtiene resistencia a la compresión que superan los  $600 \text{ kg/cm}^2$** , por tanto, para este paralelismo de resistencia a la compresión, se puede reemplazar con diatomita nacional, siempre y cuando su contenido de  $\text{SiO}_2$  se encuentre entre 81% y 95%, este libre de contaminantes y se considere su humedad en el balance del agua al momento de realizar el diseño de mezcla, además, todos los diseños con diatomita superaron después de 28 días la resistencia mínima esperada de  $600 \text{ Kg/cm}^2$ , donde los diseños con 0%, 5%, 10% y 15% de diatomita tuvieron una resistencia de  $686 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $736 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $731 \text{ Kg/cm}^2$  y  $777 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, además, a los 60 días los tres diseños de 5%, 10% y 15% con diatomita superaron entre 23% a 33% el valor esperado y aumentaron su resistencia a la compresión respecto a los 28 días, así mismo, afirma que usar esta roca (diatomita), no favorece en la mejora de las resistencias frente a ataques severos de sulfato de magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ). Por otro lado, el uso de diatomita nacional en reemplazo de la microsílice aporta ahorros que van del 30% al 17% por metro cubico producido, para todos los casos excepto para el que contiene 15% de diatomita, de esta manera el costo es menor que el concreto tradicional. En tanto a los **antecedentes a nivel regional** mencionamos a ESCOBEDO, Roger. (2005). Pues en su trabajo de investigación titulado: *Suelo y capacidad de uso mayor de las tierras*. Mediante su investigación realizada concluyó que: **los suelos de la ciudad de Moyobamba, químicamente presentan una reacción extremada a muy fuertemente ácida**; lo que califica a los suelos con un **pH de 3.3 a 3.8**. Así también, el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en su informe técnico titulado: *Producción Nacional*, mayo, 2019. Concluyó que: el sector construcción registró una disminución de -0.30% en relación a mayo del 2018, esto se dio por la baja

registrada en el avance físico de obras en -17.91%, además, se muestra un crecimiento del consumo interno del cemento en 4.32% debido a la continuidad de las obras de construcción ejecutadas por la actividad privada, destacando el sector minero, sin embargo, en el departamento de San Martín se reportó menor actividad de obras de Servicios Básicos. Y, por último, se presentan los **antecedentes a nivel local**, donde ABANTO, Moisés. (2002). En su trabajo de investigación titulado: *Adaptabilidad de diecisiete (17) variedades de maíz amarillo duro a Suelos Ácidos zona de Calzada-provincia de Moyobamba*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Mediante su estudio realizado concluyó que: **la zona presenta suelos ácidos de pH 3.1–4.5**, es decir son suelos que presentan baja fertilidad, por el cual manifiesta que **se debe tener en cuenta su acidez para poder mejorar sus propiedades y hacer resistente las edificaciones** o para sembrarlos ya que según sus previos estudios es considerado un suelo fuertemente ácido. Así mismo, la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA. (2012), en su informe técnico titulado: *El Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Moyobamba*, volumen I. Nos dice que: esta unidad cubre una extensión de 2,008.35 hectáreas, el mismo que representa el 28.42% del área total. Además, la reacción ligera ácida a ligeramente alcalina con pH 6.1–7.5; alto contenido de materia orgánica en la capa superficial; bajo contenido de fósforo y alto de potasio de suelo y su fertilidad natural es media. Por otra parte, la presente investigación engloba las **teorías relacionadas al tema**, conceptualizando inicialmente a la **Diatomita** (Ver Figura 13), una roca silíceo constituida por fragmentos de armadura de diatomeas (HANCCO, 2015), que son algas microscópicas unicelulares compuestas por una frústula que contienen **silíceo amorfo (dióxido de silicio, SiO<sub>2</sub>)**, con más de 10.000 formas y más de 1500 aplicaciones en la industria. (ZULETA, GRASSO y CASTRO, 2005). Estas algas son perceptibles en la flora hídrica de lagunas de aguas quietas o en las rocas, que al morir se acumulan en lo profundo del mar y luego de miles de años, se convierten en tierra de diatomeas (CARRANZA, 2017). La diatomita posee características que admiten prácticas que no son factibles con distintos materiales silíceos (VERDEJA et al., 1992). Entre los usos aplicativos de la diatomita, el más conocido es para la filtración y rellenos funcionales para pinturas y plásticos. Debido a su resistencia al calor y la acción química, materiales aislantes como absorbente en la fabricación de explosivos (REGUERIO et al., 1993). En cuanto a sus características, es de color blanquecino, ligera, porosa y suelta, también es conocida como kieselguhr, tierra de infusión. Los componentes principales

son hidratos de sílice de un grado diferente de contenido de agua (ópalos)  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (HOSSAM, GALAL y MOHAMED, 2010). Además, capta hasta 4 veces su peso de agua, su densidad es baja y tan solo es vulnerable ante el ácido fluorhídrico y álcalis fuertes (URDAY, 2015). Para RAHHAL y TALERO (2009), citado por PAIVA et al. (2016), sostuvo que: Al someter a la diatomita a un proceso térmico de aproximadamente  $1000^\circ\text{C}$ ; consecuente de la trituración y molienda, presenta un incremento en el contenido de sílice amorfa y la molienda reduce su tamaño de cada partícula. En la presente investigación se utilizará diatomita comercial del Yacimiento de Bayóbar, situada dentro del Desierto de Sechura, la cual, mediante la investigación realizada por VERDEJA et al. (1990), a partir de estudios a la diatomita del Desierto de Sechura-Piura, detalla las propiedades físicas y la composición química obtenida (Ver Figura 2 y 3). Así mismo, la **resistencia mecánica del concreto**, está relacionada con la resistencia de compresión, pues presenta la disposición de carga, donde el concreto muestra más potencial para resistir ante las fuerzas impuestas (CCOPA 2017). Además, es un indicador de su calidad, pues es la máxima resistencia que puede soportar a carga axial (CÁDER y OLIVA, 2012). Existen muchos factores que perjudican a la resistencia del concreto, por ejemplo, la edad, la proporción agua-cemento, fraguado, curado de hidratación (ARCHILA, 2007), por ello se debe conocer las propiedades mecánicas que posee en relación a su resistencia; delimitada como el esfuerzo máximo tolerable que puede soportar un elemento para una unidad de área, el mismo que es medido en centímetros cuadrados en una muestra (MANTILLA, 2017). Con el fin de establecer la resistencia mecánica del concreto en probetas cilíndricas, se realiza el ensayo de resistencia a la compresión previsto en la norma NTP 339.034 y ASTM C-39. Esta prueba reside en la aplicación de una fuerza axial en las probetas a una velocidad estipulada en la norma mientras se fractura (BARAHONA, 2015). Donde, ningún ensayo individual de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días deberá inferior a la resistencia de diseño por más de  $35\text{kg}/\text{cm}^2$  (NTE E.060, 2009). Para NEVILLE (1998), citado por CCOPA (2017, p. 35), sostuvo que: una característica primordial para el concreto es la resistencia a la compresión, pues muestra una perspectiva más amplia sobre la calidad que posee. Consecuentemente, el **concreto**, es una mezcla formada por cemento, agregados, agua y casualmente aditivos en cantidades convenientes (NTE E.060, 2009). Para lograr una resistencia requerida, se debe considerar la relación agua/cemento en el concreto y la resistencia de la pasta del cemento endurecido y agregados (ZEÑA, 2016). Los materiales del concreto son el

cemento; que se obtiene de la molienda del clinker portland y el sulfato de calcio tomando en referencia a la norma ITINTEC 334.001 (NTE E.060, 2009), los agregados; que cumplirán lo manifestado en la norma ITINTEC 400.037 (NTE E.060, 2009), el agua; preferentemente potable para el curado y elaboración del concreto (NTE E.060, 2009), esto lo hidratará para la mejora del concreto en sus propiedades ligantes y los aditivos; que cumplirán con la norma ITINTEC 39.086, su función es cambiar ciertas características del concreto. La ASTM C150-07 clasifica al cemento portland en ocho tipos; Tipo I: de aplicación general, Tipo IA: con similar aplicación al Tipo I y para la adición de aire, Tipo II: proporciona resistencia prudente ante el sulfato, Tipo IIA: con similar aplicación al Tipo II y para la adición de aire, Tipo III: brinda una alta resistencia temprana, Tipo IIIA: con similar aplicación al Tipo III y para la adición de aire, Tipo IV: proporciona un bajo calor de hidratación y Tipo V: ofrece una alta resistencia ante sulfatos. En cuanto a la composición del Clinker del Cemento Portland, incluyendo el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , GOMÁ (1979) muestra de manera puntual las sustancias que se obtienen (Ver Tabla 9). Y para tener una idea general de su composición química y mineralógica CRIADO, PALOMO y FERNÁNDEZ (2006) presentan datos relevantes de ello (Ver Tabla 10). Asimismo, se hace mención al **ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )**, que según BALSECA y CORONEL (2009), es uno de los compuestos químicos con más alto poder corrosivo y que los conductos afectados por la corrosión debido a los sulfuros, son los que contienen cemento en su composición, la corrosión se produce al bajar el pH con la **lixiviación**. Simultáneamente, la tesis identifica y plantea al **problema general**: ¿En qué medida se potenciará la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato mediante el uso porcentual de diatomita, Moyobamba, 2019? Paralelamente, se formulan los **problemas específicos**: ¿Cómo identificar las propiedades físicas y la composición química de la diatomita?, ¿Cómo determinar las características de los agregados?, ¿Cuál es la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de los concretos con adición de diatomita al 10%, 20% y 30% expuestos a ácido sulfúrico, mediante el ensayo de compresión?, ¿Cuál es el óptimo diseño de mezcla “cemento-diatomita” para potenciar la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato? y ¿Cuáles serán los costos del concreto control (100% cemento) y del concreto óptimo (con adición de diatomita)? Posteriormente, el estudio de la presente investigación se **justifica teóricamente**, mediante los métodos de ensayos en el RNE Concreto Armado E.060, NTP-339.034, ASTM C150-07, especificación Normalizada para Cemento Portland, ya

que nos muestra las normas técnicas ya establecidas y la ASTM C-39 método de ensayo normalizado para Resistencia a la Compresión del Concreto. Para el desarrollo de su **justificación práctica**, se elaborarán 52 probetas cilíndricas de 6" x 12". Se dividirán en dos grupos. Del primer grupo, 12 probetas tendrán un contenido de 100% cemento y las otras 36 tendrán cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), que luego de 7, 14, 28 y 56 días curadas en agua, serán evaluadas mediante ensayo de resistencia a compresión. Del segundo grupo, se harán 4 probetas con el mismo diseño de mezclas; 1 probeta tendrá un contenido de 100% cemento y las otras 3 tendrán cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), sin embargo, estas serán expuestas en ácido sulfúrico por 10 días después de ser curadas 28 días en agua; llegando a realizar los ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 38 días. Todos los estudios necesarios serán realizados en el Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo y en el Laboratorio CONSULTORES J&J en la ciudad de Moyobamba. En cuanto a la **justificación por conveniencia**, se identifican al concreto como componente principal para las construcciones, presenta un pH de 13, por ello es atacable por ácidos cuyo pH es menor de 7 como medidas condensada en uno por ciento de ácido sulfúrico. Tal es el caso, que los suelos de Moyobamba que muestran reacción potentemente ácida, lo que califica a los suelos con un pH de 3.3 a 3.8, esto causa deterioro en las estructuras de concreto. Por ello, en la investigación se usará diatomita en el concreto expuesto a ácido sulfúrico para que potencie su resistencia mecánica. En cuanto a la **justificación social** del proyecto, es beneficiar al sector construcción, ya que el incremento de diatomita potenciará la resistencia del concreto de cemento Portland expuesto a ácido sulfúrico en Moyobamba, con ello se disminuyen los costos de mantenimiento y reparación, se prolonga la utilidad de la estructura. Además, la diatomita es una alternativa para la disminución de cantidad del cemento extraforte en la mezcla, de esta manera existiría una menor producción de cemento y con ello reducirá la contaminación de CO<sub>2</sub> en el medio ambiente. Finalmente, el estudio se **justifica metodológicamente**, pues para comprobar la resistencia mecánica del concreto se realizarán ensayos en la máquina de compresión, del Laboratorio de la Universidad César Vallejo y en CONSULTORES J&J en la ciudad de Moyobamba, de acuerdo a las normas del concreto establecidas: ASTM C-39, y la MTC E 704. Los resultados de este método de ensayo se usan como una base para el control de calidad de la proporción en el diseño de mezcla. Seguidamente, se plantearon los objetivos en la investigación, teniendo como **objetivo general**: Medir la potencia de la resistencia

mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato mediante el uso porcentual de diatomita, Moyobamba, 2019. Conjuntamente, a fin de lograr su cumplimiento, se plasman los siguientes **objetivos específicos**: Identificar las propiedades físicas y la composición química de la diatomita, mediante la investigación bibliográfica. Determinar las características de los agregados mediante los ensayos realizados en el laboratorio. Comparar la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de los concretos con adición de diatomita al 10%, 20% y 30% expuestos a ácido sulfúrico, mediante el ensayo de compresión. Establecer el óptimo diseño de mezcla “cemento-diatomita” para potenciar la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato. Elaborar una comparación económica entre el concreto control (100% cemento) y el concreto óptimo (con adición de diatomita). Por último, se establece la **hipótesis general**: El uso de diatomita potenciará la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato, Moyobamba, 2019. Al mismo tiempo, se presentan las **hipótesis específicas**: La investigación bibliográfica permitirá identificar las propiedades físicas y la composición química de la diatomita. Los ensayos realizados en el laboratorio permitirán determinar las características de los agregados. La resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a ácido sulfúrico se potenciará mediante la adición de diatomita al 10%, 20% y 30%. El óptimo diseño de la mezcla “cemento-diatomita” potenciará la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato. El concreto óptimo (con adición de diatomita) tendrá un costo accesible en comparación con el concreto control (100% cemento).

## II. MÉTODO

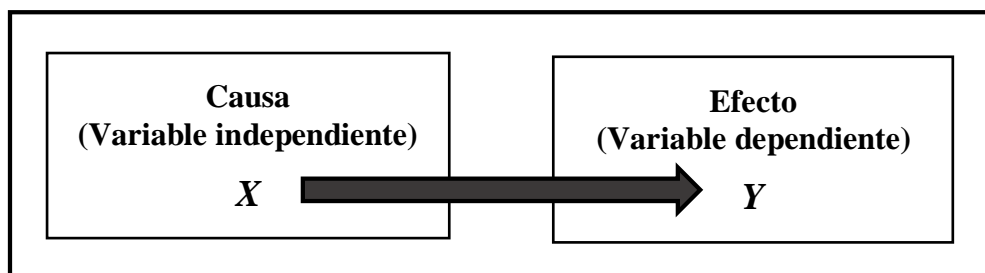
### 2.1. Tipo y diseño de investigación

El vocablo diseño alude a la táctica que permite adquirir un conjunto de información para contestar al planteamiento del problema.

La investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que sigue una secuencia y es demostrativo, además se basa en recolectar datos para comprobar la hipótesis en función al control numérico y a los análisis estadísticos, de esta manera se establecen modelos de comportamiento y se comprueban las teorías.

El tipo de estudio que se le atribuye a la investigación es experimental, porque el investigador crea un ambiente de control donde se manipula de manera intencional, la o las variables independientes (uso de diatomita en concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ); la que sería la causa, que analizaría los efectos de dicha manipulación en la o las variables dependientes (potenciar su resistencia mecánica); la que sería el efecto consecuente. En otras palabras, el analista va a manipular la variable independiente y observará si la dependiente tiende a variar o no. (HERNÁNDEZ y MENDOZA., 2018).

Se presenta la representación del experimento y la relación de sus variables.



**Figura 1.** *Esquema de experimento y variables*

*Fuente:* (HERNÁNDEZ y MENDOZA, 2018)

El diseño que representa este estudio es una investigación experimental con pos-prueba únicamente y grupo control, que admite dos grupos; al primero se le atribuye los ensayos experimentales y a la otra parte no (grupo control). Esto se esquematiza de la siguiente manera:



**Tabla 1***Esquema de diseño para la investigación de diatomita (sin ataque de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).*

<b>PROBETAS SIN ATAQUE (sumergidas en H<sub>2</sub>O)</b>								
<b>GE(1):</b>	X1 <sub>(10%Diat.)</sub>	O1 <sub>(7d.)</sub>	X1 <sub>(10%Diat.)</sub>	O2 <sub>(14d.)</sub>	X1 <sub>(10%Diat.)</sub>	O3 <sub>(28d.)</sub>	X1 <sub>(10%Diat.)</sub>	O4 <sub>(56d.)</sub>
<b>GE(2):</b>	X1 <sub>(20%Diat.)</sub>	O1 <sub>(7d.)</sub>	X1 <sub>(20%Diat.)</sub>	O2 <sub>(14d.)</sub>	X1 <sub>(20%Diat.)</sub>	O3 <sub>(28d.)</sub>	X1 <sub>(20%Diat.)</sub>	O4 <sub>(56d.)</sub>
<b>GE(3):</b>	X1 <sub>(30%Diat.)</sub>	O1 <sub>(7d.)</sub>	X1 <sub>(30%Diat.)</sub>	O2 <sub>(14d.)</sub>	X1 <sub>(30%Diat.)</sub>	O3 <sub>(28d.)</sub>	X1 <sub>(30%Diat.)</sub>	O4 <sub>(56d.)</sub>
<b>GC(4):</b>	-	O1 <sub>(7d.)</sub>	-	O2 <sub>(14d.)</sub>	-	O3 <sub>(28d.)</sub>	-	O4 <sub>(56d.)</sub>

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.**Tabla 2***Esquema de diseño para la investigación de diatomita (con ataque de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, luego de 28 días de curado en agua).*

<b>PROBETAS CON ATAQUE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (28 días de curado en agua)</b>		
<b>GE(1):</b>	X1 <sub>(10%Diat.)</sub>	O1 <sub>(28 días en H<sub>2</sub>O + 10 días en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</sub>
<b>GE(2):</b>	X1 <sub>(20%Diat.)</sub>	O1 <sub>(28 días en H<sub>2</sub>O + 10 días en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</sub>
<b>GE(3):</b>	X1 <sub>(30%Diat.)</sub>	O1 <sub>(28 días en H<sub>2</sub>O + 10 días en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</sub>
<b>GC(4):</b>	----	O1 <sub>(28 días en H<sub>2</sub>O + 10 días en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</sub>

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.**Donde:**

GE: Grupo experimental (probetas de concreto con adición de diatomita)

GC: Grupo control (probetas de concreto convencional)

X1: Incorporación de diatomita

O1, O2, O3, O4: Medición

**2.2. Operacionalización de variables.****Variable independiente:** Uso de diatomita en el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ **Variable dependiente:** Potenciar su resistencia mecánica.

**Tabla 3**  
*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Uso de diatomita en el concreto f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>	Las diatomitas son rocas sedimentarias silíceas de grano fino, que se originan a partir de la acumulación de frústulas de diatomeas (prolíficas y microscópicas algas acuáticas unicelulares contenidas dentro de una pared celular silícea, denominada frústula) y se sedimentan por gravedad cuando muere la célula. (CHUMPITAZ, 2007).	Se sustituirá en 10%, 20% y 30% del cemento por diatomita, en las mezclas de concreto para las probetas correspondientes y consecuentemente, se medirá la potencia de la resistencia mecánica del concreto.	Características físicas y químicas de la diatomita	Densidad real y global, porosidad total, superficie específica, resistencia a la compresión.  Espectrofotometría de absorción atómica.	Intervalo
			10%, 20% y 30% de diatomita como reemplazo del cemento	Cemento (100%, 90%, 80%, 70%)  Agregados (100%)  Agua (100%)  Diatomita (10%, 20%, y 30%)  Plastificante (2%)	
<b>Potenciar su resistencia mecánica</b>	La resistencia mecánica es la capacidad de soporte que tiene el concreto cuando es sometido a los esfuerzos por compresión y flexión mediante ensayos estipulados las NTP.	Se elaboraron un total de 52 probetas cilíndricas de 6"x12". Se dividirán en dos grupos. Del primer grupo, 12 probetas tendrán un contenido de 100% cemento y las otras 36 tendrán cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), que luego de 7, 14, 28 y 56 días curadas en agua serán evaluadas mediante ensayo de resistencia a compresión. Del segundo grupo, se harán 4 probetas con el mismo diseño de mezcla; 1 probeta tendrá 100% cemento y las otras 3 tendrán cemento + Diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), estas serán expuestas a una solución de ácido sulfúrico (1%) por 10 días después de ser curadas 28 días en agua; llegando a realizar los ensayos a la edad de 38 días.	Características de los agregados	Contenido de humedad, granulometría, peso específico, peso unitario, absorción.	Intervalo
			Resistencia a la compresión.	Rotura de concreto a los 7, 14, 28 y 56 días, con curado en H <sub>2</sub> O.  Rotura de concreto a los 38 días, con curado en H <sub>2</sub> O por 28 días + 10 días expuestas a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .	
			Costos y Presupuestos	Metrados y Análisis de costos unitarios	

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

## 2.3. Población, muestra y muestreo

### Población Muestral

Nuestra población total es de 52 probetas cilíndricas de 6" x 12". Se dividieron en dos grupos.

Estos ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas ASTM C-33-83, ASTM C-128, ASTM C-128, ASTM D-2216, ASTM C-29, ASTM C-127 y la NTP E.060.

Para la muestra total de 52 probetas cilíndricas de 6" x 12" empleadas en la investigación, fueron ensayadas a compresión en periodos de tiempos diferentes, para determinar su resistencia mecánica. Se dividieron en dos grupos; 48 para el primero y 4 para el segundo.

Del primer grupo, 12 probetas tuvieron un contenido de 100% cemento y las otras 36 tuvieron cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), que luego de 7, 14, 28 y 56 días curadas en agua fueron evaluadas mediante ensayo de resistencia a compresión.

Del segundo grupo, se hicieron 4 probetas con el mismo diseño de mezclas; 1 probeta tuvo un contenido de 100% cemento y las otras 3 tuvieron cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), sin embargo, estas fueron expuestas a una solución de ácido sulfúrico por 10 días después de ser curadas 28 días en agua; llegando a realizar los ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 38 días.

**Tabla 4**

*Población y muestra*

<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROBETAS SIN ATAQUE (sumergidas en H<sub>2</sub>O)</b>					
<b>EDADES</b>	<b>PATRÓN</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>7 días</b>	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12
<b>14 días</b>	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12
<b>28 días</b>	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12
<b>56 días</b>	3 probetas	3 probetas	3 probetas	3 probetas	12
		<b>TOTAL</b>			<b>48</b>

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

**Tabla 5***Población y muestra*

<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - PROBETAS CON ATAQUE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>					
<b>EDADES</b>	<b>PATRÓN</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>SUBTOTAL</b>
<b>38 días</b>	1 probetas	1 probetas	1 probetas	1 probetas	4
<b>TOTAL</b>					<b>4</b>

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.**2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.****Técnica**

Las técnicas para la recolección de datos consisten en generar informaciones válidas y confiables que serán utilizadas como datos científicos mediante los procedimientos prácticos. (YUNI y URBANO, 2006).

- a. Observación:** Es un procedimiento que se usa para la inspección y estudio de los acontecimientos para captar la realidad. De esta manera, se recopila la información de datos para ser identificados en formatos estándar en relación a la NTP, con la que se pudo identificar los resultados de las pruebas de forma confiable.
- b. Análisis de contenido:** Se realiza para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa de la investigación. En otras palabras, es la interpretación cuantitativa del significado de los materiales documentales presentes en la investigación. (YUNI y URBANO, 2006).

**Instrumentos****a. Formatos estándar:**

- Norma ASTM D – 2216 (Humedad Natural).
- Norma ASTM C33 - 83 (Análisis granulométrico).
- Norma ASTM C - 127 (Peso específico y absorción del agregado fino).
- ASTM C - 128 (Peso específico y absorción del agregado grueso).
- ASTM C - 29 (Peso Unitario de agregados).
- Método ACI 211 (Diseño de mezcla).
- NTP 339.034 y ASTM C – 39 (Prueba de resistencia a la compresión).

**b. Fichas de registro**

- c. Equipos para prueba de la resistencia mecánica y durabilidad del concreto.
- d. Uso del programa informático Excel, para el cálculo y análisis de datos numéricos obtenidos de la indagación.

### **Validez y confiabilidad**

Las pruebas se realizarán en el laboratorio CONSULTORES J&J y en el Laboratorio de la Universidad César Vallejo ubicada en Moyobamba, ya que cuenta con equipos calibrados y habilitados, se utilizará los formatos estándar en cumplimiento a las normas.

## **2.5. Procedimiento**

El presente estudio ha recolectado información basándose en la justificación de la hipótesis, mediante la observación, el análisis de datos numéricos y estadísticas probatorias que permitan crear información permisible y confiable para generar datos científicos.

Se identifica la variable independiente (uso de diatomita en concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) y se manipula para causar efectos en la variable dependiente (potenciar su resistencia mecánica), de esta manera se controlará si la variable independiente modifica o no a la variable dependiente.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

La estadística descriptiva tiene la finalidad de comparar diferentes series de datos obtenidos en distintas observaciones con ayuda de tablas denominados tabulación de datos, y su posterior representación gráfica. (ARRIAZA, 2006).

En esta investigación se hizo uso de formatos estándar en función a la NTP, además para identificar los resultados de las pruebas concluidas se empleó el software Microsoft Excel y el IBM SPSS Statistics 22, el cual permitió el procesamiento, tabulación e interpretación de datos, para luego ser comparados y validar la hipótesis de la investigación.

## **2.7. Aspectos éticos**

En el proceso de este estudio se han considerado aspectos éticos, respetando la pertenencia intelectual de los autores de las tesis, libros, normativas que se emplearon

como base de este estudio. Todos nuestros resultados de las pruebas correspondientes serán verídicos, generando confiabilidad y calidad en la información.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Propiedades físicas y la composición química de la diatomita.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS DIATOMITAS DE BAYOBAR (PERÚ)			
Ensayo	Muestras	Cueva del Inca (Área III)	Área I
Densidad real (gr/cm <sup>3</sup> )		2.37	2.15
Densidad global (gr/cm <sup>3</sup> )		0.54	0.64
Porosidad total (%)		77.10	70.30
Superficie específica (m <sup>2</sup> /gr)		22.60	13.00
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		17.00	10.10

**Figura 2.** Características físicas de la diatomita ubicada en Bayóbar (Perú)

Fuente: (VERDEJA et al., 1990)

ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS DIATOMITAS DE BAYOBAR (PERÚ)										
Componentes Muestras	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	K <sub>2</sub> O (%)	PxC (%)	NaCl (%)	CaSO <sub>4</sub> (%)
(d,h)M1	71.00	4.72	2.14	1.55	0.82	3.74	1.44	N.D	2.8	4.95
(d,h)M2	64.00	6.61	2.10	6.95	0.85	1.33	0.96	N.D	1.40	5.66
(d,i)M3	73.19 <sup>f</sup>	4.72	1.43	6.64	0.99	0.00	0.90	9.94	5.21	N.D
(j)M4	76.20 <sup>g</sup>	4.68	2.13	7.63	0.98	5.88	0.96	0.00	0.00	N.D
(k)M5	83.90 <sup>f</sup>	6.58	4.98	3.06	1.32	2.95	1.38	0.00	0.00	N.D
(e,l)M6	72.78	2.60	1.74	1.05	0.41	N.D	N.D	11.90	8.23	1.14
(e,l)M7	71.48	2.77	1.57	1.34	0.62	N.D	N.D	11.91	8.65	0.81
(e,l)M8	71.83	2.42	1.71	1.21	0.52	N.D	N.D	11.88	8.44	0.97
(e,m)M9	74.71	5.75	2.28	1.53	0.81	N.D	N.D	8.66	4.65	0.93
(e,m)M10	73.42	4.18	1.76	1.08	0.63	N.D	N.D	10.55	6.09	1.76
(e,n)M11	74.41	5.9	2.08	1.94	0.85	N.D	N.D	9.09	2.89	1.27

(d) Análisis elemental realizado en las disoluciones obtenidas de los productos de fundidos, mediante espectrofotometría de absorción atómica.  
(e) Análisis realizado mediante el método gravimétrico clásico.  
(f) Resultado obtenido con una bomba de digestión ácida, utilizando mezcla de ácidos H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub> (10:2).  
(g) Resultado obtenido atacando directamente la muestra con ácido fluorhídrico.  
(h) Diatomita natural. Cueva del Inca (Área III).  
(i) Diatomita natural. Área I  
(j) Diatomita tratada a 950°C. Área I.  
(k) Diatomita tratada a 950°C. Cueva del Inca (Área III).  
(l) Diatomita natural (Área I)  
(m) Diatomita natural. Cueva del Inca (Área III).  
(n) Diatomita natural. Tablazo (Área III).

**Figura 3.** Análisis químico de la diatomita ubicada en Bayóbar (Perú)

Fuente: (VERDEJA et al., 1990)

#### Interpretación:

Mediante la investigación bibliográfica se identificó las características físicas y la composición química de la diatomita empleada en la tesis. Siendo esta, la diatomita comercial del Yacimiento de Bayóbar situada dentro del Desierto de Sechura,

específicamente en la Cueva del Inca (Área III), donde, según VERDEJA et al. (1990), a partir de estudios realizados a la diatomita del Desierto de Sechura - Piura, detalla los resultados de las características físicas, siendo la densidad real de 2.37 gr/cm<sup>3</sup>, densidad global de 0.54 gr/cm<sup>3</sup>, porosidad total de 77.10%, superficie específica de 22.60 m<sup>2</sup>/gr y resistencia a la compresión de 17.00 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la composición química plasmada en la figura 3, refleja que en su forma natural el contenido en sílice (SiO<sub>2</sub>) oscila entre el 64.00 y 74.71%, mientras que al ser tratadas a 950°C aumenta al 83.90% de SiO<sub>2</sub>.

### 3.2. Características de los agregados.

**Tabla 6**

*Características de los agregados*

<b>Características físicas de los agregados</b>	<b>Unidad</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Peso específico	[gr/cm <sup>3</sup> ]	2.83	2.42
Absorción	[%]	1.8	0.29
Peso unitario suelto	[kg/m <sup>3</sup> ]	1358	1443
Peso unitario compactado	[kg/m <sup>3</sup> ]	1587	1577
Tamaño máximo nominal	[pulg]		½
Módulo de fineza		1	
Contenido de humedad	[%]	8.43	1.22

*Fuente:* Resultados del laboratorio de la Universidad César Vallejo-Moyobamba.

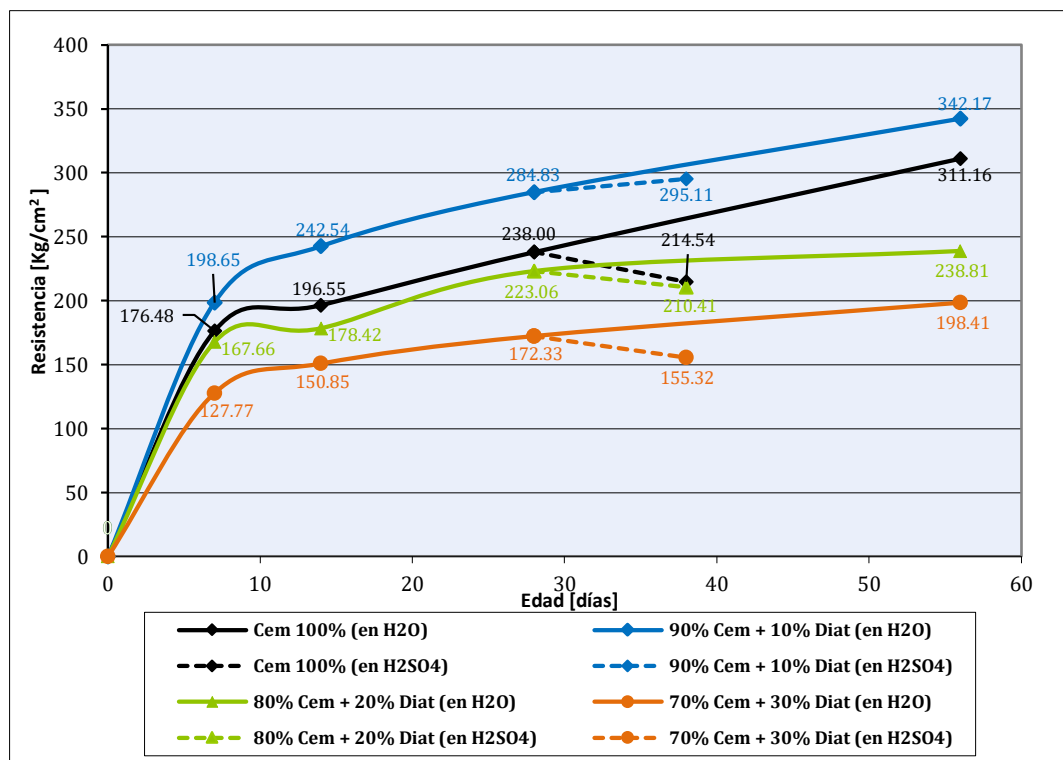
#### **Interpretación:**

Las pruebas fueron desarrolladas en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, haciendo uso de la normativa correspondiente; Norma ASTM D – 2216 (Humedad Natural), Norma ASTM C33 - 83 (Análisis granulométrico), Norma ASTM C - 127 (Peso específico y absorción del agregado fino), ASTM C - 128 (Peso específico y absorción del agregado grueso), ASTM C - 29 (Peso Unitario de agregados). De esta manera se obtuvieron los resultados para el agregado fino extraído de la cantera Río Mayo (Puerto Santa Rosa) – Naranjillo, siendo su peso específico de 2.83 gr/cm<sup>3</sup>, absorción de 1.8 %, peso unitario suelto de 1358 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1587 kg/m<sup>3</sup>, módulo de finesa de 1 y un contenido de humedad de 8.43%, de igual manera, del agregado grueso correspondiente a la cantera



Naranjillo se obtuvo un peso específico de 2.42 gr/ cm<sup>3</sup>, absorción de 0.29 %, peso unitario suelto de 1443 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1577 kg/m<sup>3</sup>, el tamaño máximo nominal de 1/2” y un contenido de humedad de 1.22%, por consiguiente, las características de los agregados muestran condiciones aceptables para ser usadas en el diseño de mezcla.

### 3.3. Comparación de la resistencia mecánica del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y de los concretos con adición de diatomita al 10%, 20% y 30% expuestos a ácido sulfúrico, mediante el ensayo de compresión.



**Figura 4.** Comparación de resultados de la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto con adición de 0%, 10%, 20% y 30% de diatomita, expuestas a ácido sulfúrico por 10 días luego de 28 días de curado en agua.

**Fuente:** Resultados del laboratorio CONSULTORES J&J.

#### Interpretación:

Se realizaron mezclas de concreto con adición porcentual de diatomita en 10%, 20% y 30% como reemplazo del cemento y el concreto control ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ). Los resultados del ensayo de compresión muestran que el concreto óptimo es el que contiene 10% de diatomita, ya que, a la edad de 28 días las mezclas de concreto de

0%, 10%, 20% y 30% de diatomita fueron de 238.00 Kg/cm<sup>2</sup>, 284.83 Kg/cm<sup>2</sup>, 223.06 Kg/cm<sup>2</sup> y 172.33 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo cual muestra que el concreto con 10% de diatomita superó al concreto control (100% cemento) en 46.83 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a un 19.68%. En cuanto al concreto con 20% y 30% de diatomita, no lograron llegar a la resistencia requerida, mostrando un descenso de 14.94 Kg/cm<sup>2</sup> lo que equivale a 6.27% y 65.67 Kg/cm<sup>2</sup> lo que equivale a 27.59% respectivamente. Después de los 28 días de curado en H<sub>2</sub>O, fueron expuestos por 10 días en una solución de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) del 1%, para la simulación del concreto expuesto a suelos ácidos, donde los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a las mezclas de concreto de 0%, 10%, 20% y 30% de diatomita fueron de 214.54 Kg/cm<sup>2</sup>, 295.11 Kg/cm<sup>2</sup>, 210.41 Kg/cm<sup>2</sup> y 155.32 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. De esta manera, se observa que el concreto con 10% de diatomita tuvo la mayor resistencia superando al concreto control (100% cemento) en 80.57 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a un 37.55%. Mientras que el concreto con 20% y 30% de diatomita, presentan las menores resistencias; mostrando una disminución de 4.13 Kg/cm<sup>2</sup> lo que equivale a un 1.93% y un 59.22 Kg/cm<sup>2</sup> equivalente a 27.60% respectivamente. En este sentido, tanto a la edad de 28 días de curado en agua como a los 38 días (28 días en H<sub>2</sub>O + 10 días expuestos a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), se puede percibir que al incrementar la cantidad de diatomita en 20% y 30% a la mezcla de concreto, se obtienen resistencias cada vez menores en relación a la mezcla de concreto patrón; debido a que la microestructura del concreto es afectada por la expansión, generando degradación en la probeta. De esta manera, la de menor porcentaje de diatomita (10%) es la que supera la resistencia mínima esperada de 210 kg/cm<sup>2</sup> con exposición de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, reiterando que el uso de diatomita como reemplazo del 10% del cemento es favorable ante ataques severos de sulfato (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

**3.4. Diseño óptimo de mezcla “cemento-diatomita” para potenciar la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato.**

**Tabla 7**

*Diseño de mezcla del concreto patrón y de concreto óptimo (adición de 10% diatomita) para  $1 \text{ m}^3$  de concreto.*

<b>MATERIAL</b>	<b>Unidad</b>	<b>Patrón (<math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>)</b>	<b>10% Diatomita + 90%Cemento</b>
Cemento	Kg	368.04	331.24
Diatomita	Kg	0.00	36.80
Agregado grueso	Kg	1229.10	1229.10
Agregado fino	Kg	475.28	475.28
Agua	L	164.65	164.65
Plastificante*	Kg	7.36	7.36

\*2% del material cementante

**Fuente:** Resultados de laboratorio de la Universidad César Vallejo-Moyobamba.

**Interpretación:**

Se realizaron cuatro diseños de mezcla para ser expuestos a ácido sulfúrico (como simulación al suelo ácido). Uno de ellos se tomó como valor referencial ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) y las otras tres fueron elaboradas con la adición de diatomita en 10%, 20% y 30% del cemento. Mediante la prueba de resistencia de compresión se determinó que el óptimo diseño de mezcla en relación al concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  es la que está compuesta por 10% diatomita + 90% cemento, alcanzando una resistencia a la compresión de  $284.83 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días, donde, el diseño de mezcla para  $1 \text{ m}^3$  de concreto mostrada en la Tabla 7, presenta 331.24 Kg. de cemento Portland Extraforte, 36.80 Kg. de diatomita, 1229.10 Kg. de agregado grueso, 475.28 Kg. de agregado fino, 164.65 lt. de agua y 7.36 Kg. de plastificante. Se destaca que la incorporación de la diatomita en la mezcla implica mayor cantidad de agua, para evitar esto se usa plastificante que mejora la trabajabilidad del concreto y se mantiene la misma relación agua/cemento en las mezclas.

**3.5. Comparación económica entre el concreto control (100% cemento) y el concreto óptimo (con adición 10% de diatomita).**

**Tabla 8**

*Comparación económica del concreto control y del concreto óptimo (10% diatomita) para 1m<sup>3</sup>.*

MATERIAL	Und.	PU	Patrón (f'c=210kg/cm <sup>2</sup> )		10% Diatomita + 90%Cemento	
			Cantidad	Costo (S/.)	Cantidad	Costo (S/.)
Cemento	Kg	0.58633	368.04	215.79	331.24	194.21
Diatomita	Kg	0.20	0.00	0.00	36.80	7.36
Agregado grueso	Kg	0.08	1229.10	98.33	1229.10	98.33
Agregado fino	Kg	0.05	475.28	23.76	475.28	23.76
Agua	L	0.00247	164.65	0.41	164.65	0.41
Plastificante*	Kg	10	7.36	73.61	7.36	73.61
<b>Costo Total por m<sup>3</sup></b>			<b>S/. 411.90</b>		<b>S/. 397.68</b>	

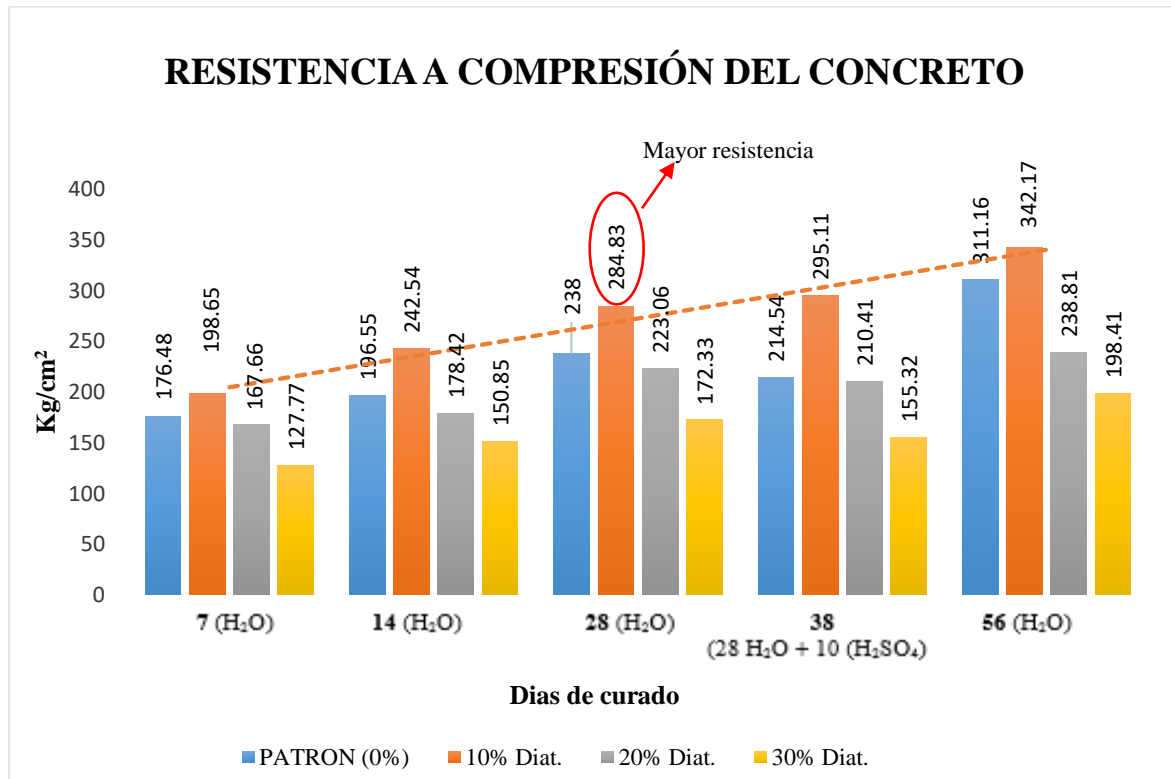
*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

**Interpretación:**

Mediante la comparación económica para 1m<sup>3</sup> de concreto mostrada en la Tabla 8, se identificó que el costo del concreto óptimo (con adición de 10% de diatomita) fue relativamente menor en comparación con el concreto control (f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>), llegando a tener un costo total de S/. 397.68 y de S/. 411.90 respectivamente, existiendo una diferencia de S/. 14.22 que favorece al concreto óptimo. De esta manera, la aplicación de un 10% de diatomita es rentable para el diseño de mezcla, ya que presentó un menor costo de elaboración, además, mostró una mejor resistencia ante el ataque del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, lo que lleva a destacar un menor costo de mantenimiento a largo plazo en comparación con el concreto patrón.

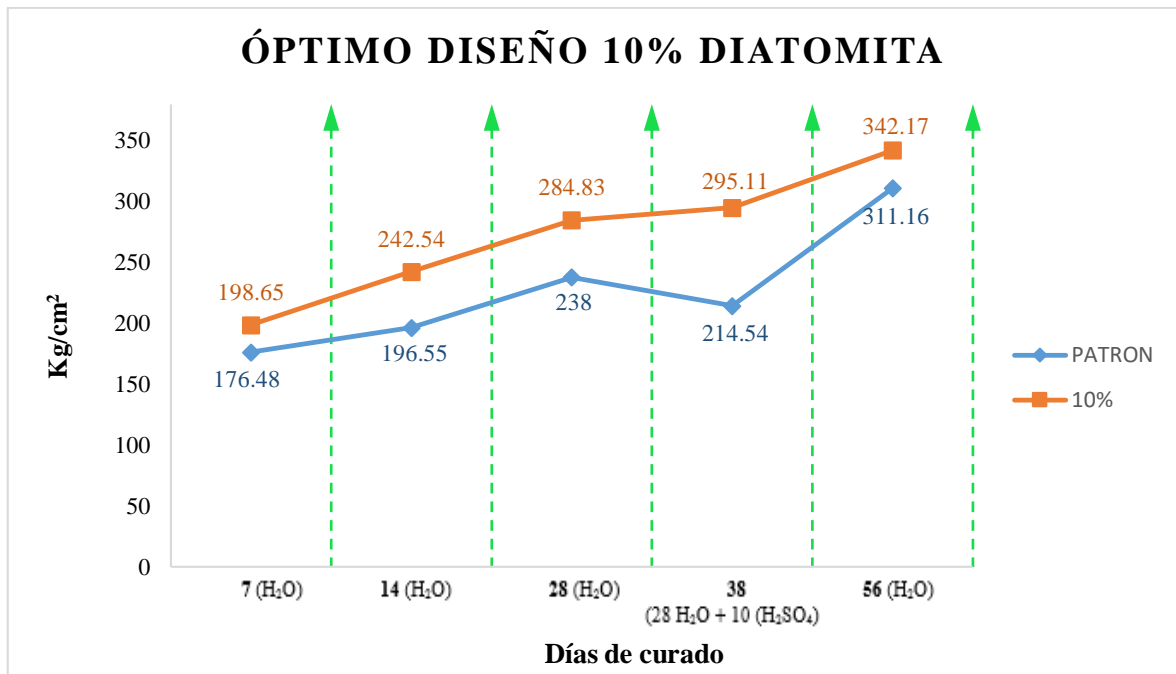
## VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

A continuación, mostramos los resultados obtenidos mediante el uso del software IBM SPSS Statistics 22 para la veracidad de comprobación de las Hipótesis para el ensayo de resistencia a compresión.



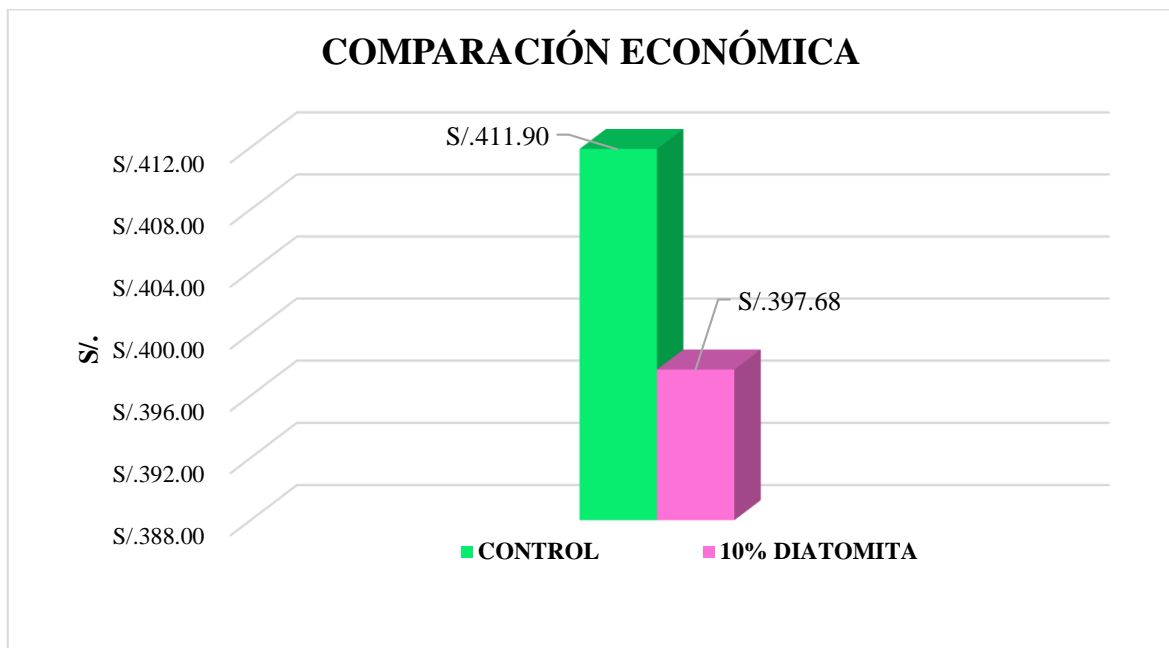
**Figura 5.** Gráfico de la comparación de la resistencia a la compresión del concreto control (0% diatomita) y de los concretos con adición de diatomita (10%, 20% y 30% diatomita) a los 7, 14, 28, 38 y 56 días en H<sub>2</sub>O. en el software IBM SPSS.

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis.



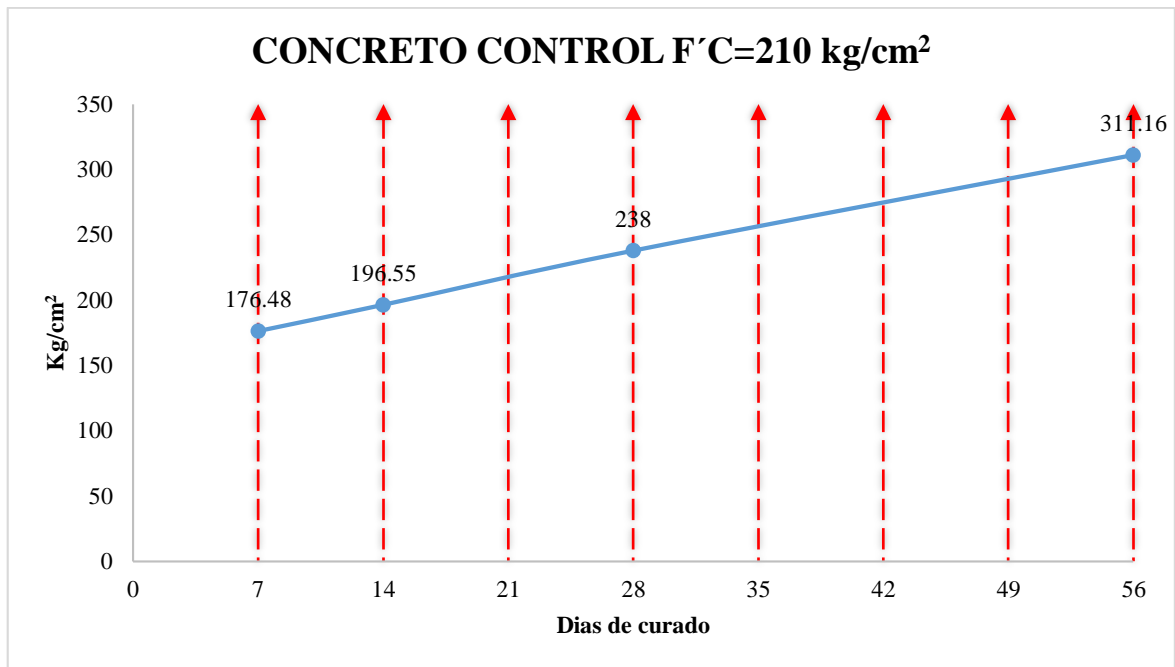
**Figura 6.** Comparación de la resistencia a la compresión del óptimo diseño (10% diatomita) y el concreto control (0% diatomita) a los 7,14, 28 y 56 días en H<sub>2</sub>O, procesado en el software IBM SPSS.

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.



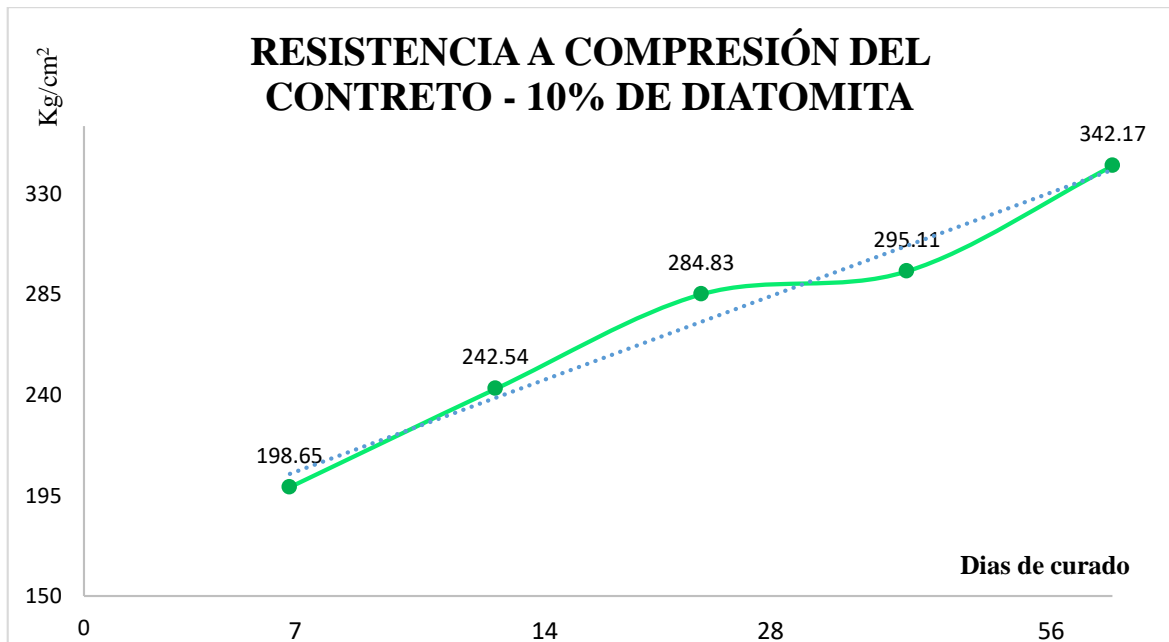
**Figura 7.** Gráfico de la comparación económica del concreto control (0% diatomita) y del concreto óptimo (10% diatomita), procesado en el software IBM SPSS.

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.



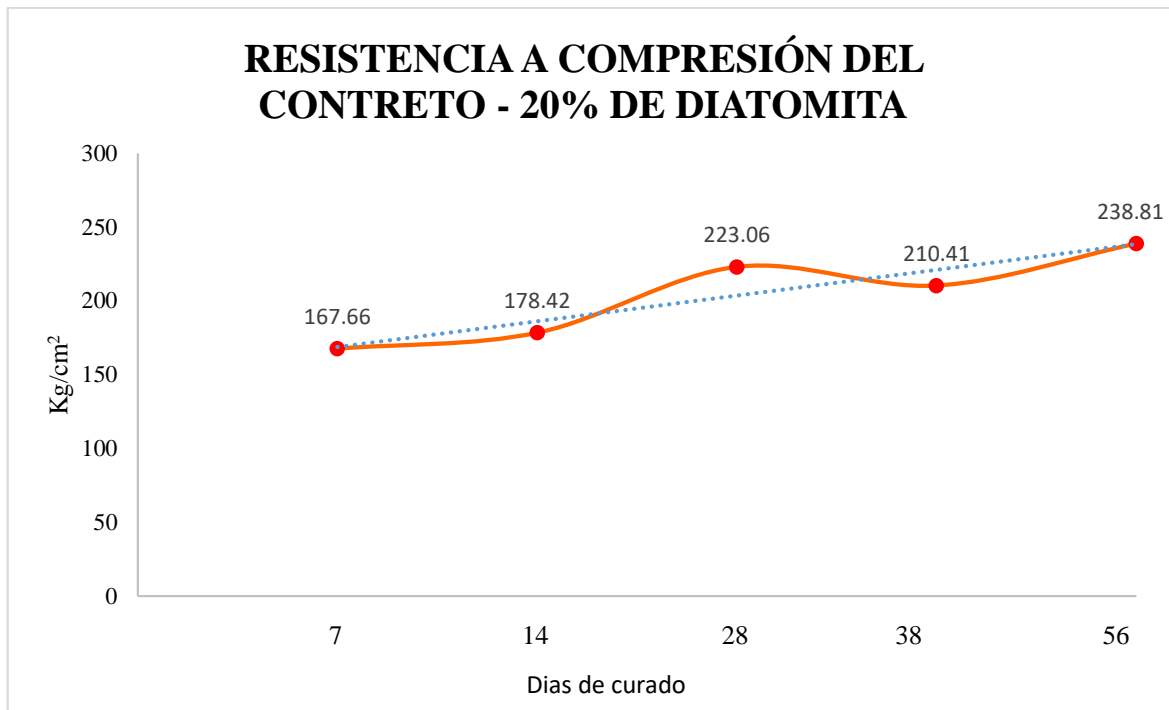
**Figura 8.** Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto control  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14, 28 y 56 días en  $H_2O$ .

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis.



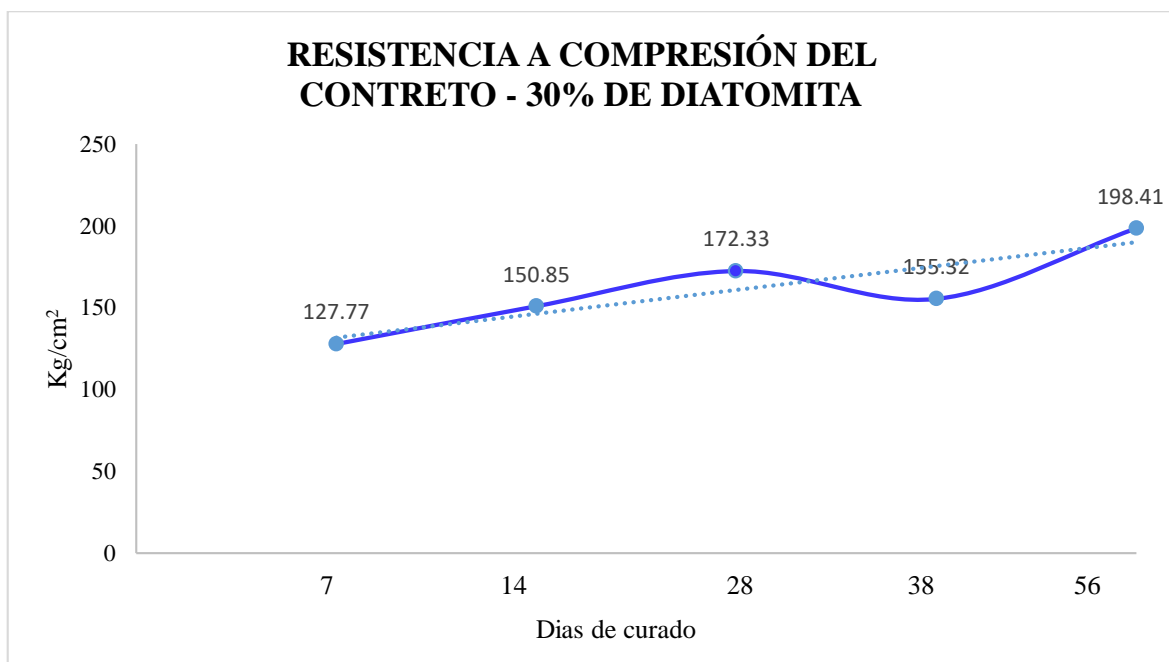
**Figura 9.** Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con 10% de diatomita a los 7, 14, 28 y 56 días en  $H_2O$ .

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis.



**Figura 10.** Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con 20% de diatomita a los 7, 14, 28 y 56 días en H<sub>2</sub>O.

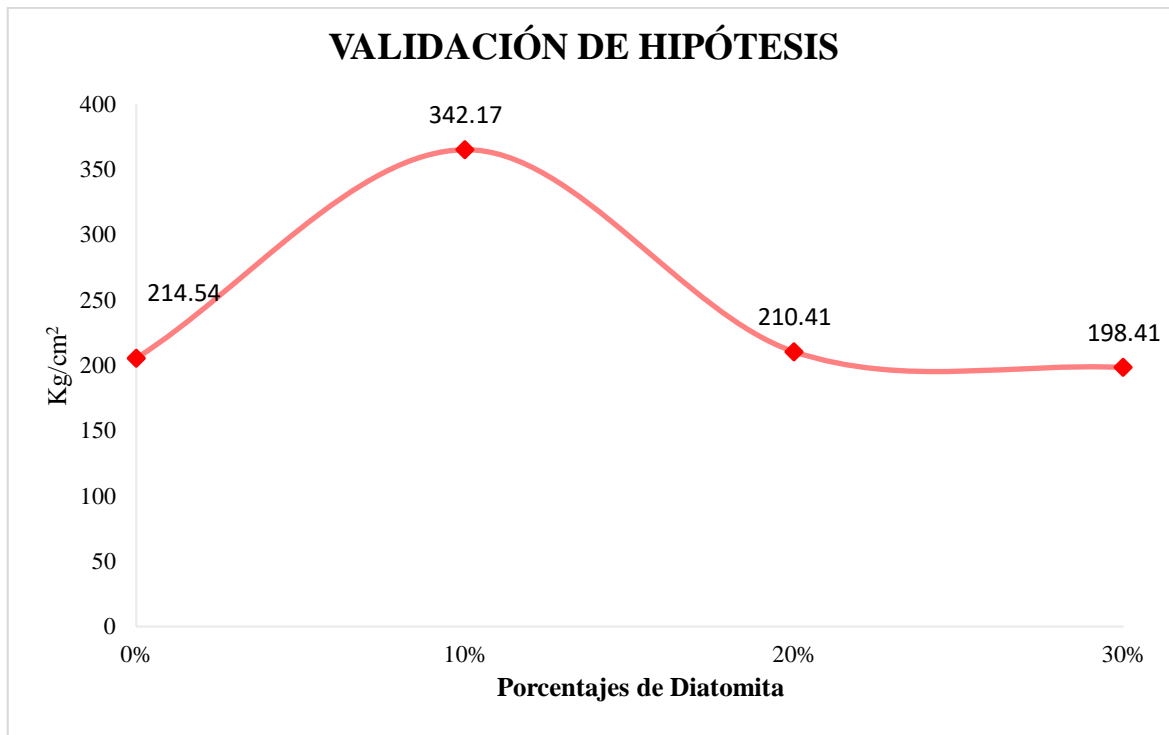
**Fuente:** Elaboración propia de las tesis.



**Figura 11.** Gráfico de la resistencia a la compresión del concreto con 30% de diatomita a los 7, 14, 28 y 56 días en H<sub>2</sub>O.

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis.





**Figura 12.** Gráfico de la validación de hipótesis mediante el software IBM SPSS de los concretos con 0%, 10%, 20% y 30% de diatomita a la edad de 38 días (28 días de curado  $H_2O$  y 10 días expuestos en una solución de  $H_2SO_4$ ).

*Fuente:* Elaboración propia de las tesis.

### Prueba de hipótesis

De acuerdo con los resultados que se muestran en la figura 12, se acepta la hipótesis de estudio en relación a la variable independiente: Uso de diatomita en el concreto  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>, y la variable dependiente: Potenciar su resistencia mecánica, el mismo que indica la hipótesis general: El uso de diatomita potenciará la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> expuesto a sulfato, Moyobamba, 2019. De esta manera se puede afirmar que el uso del 10% de diatomita potenció la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> expuesto a sulfato.

#### IV. DISCUSIÓN

En cuanto a las propiedades físicas y la composición química de la diatomita, fueron identificadas mediante la investigación bibliográfica correspondiente a VERDEJA, Luis et al. (1990), donde, para el desarrollo de la tesis se utilizó diatomita comercial del Yacimiento de Bayóbar situada dentro del Desierto de Sechura, específicamente en la Cueva del Inca (Área III). Según la figura 2, los resultados obtenidos para las características físicas muestran una densidad real de  $2.37 \text{ gr/cm}^3$ , densidad global de  $0.54 \text{ gr/cm}^3$ , porosidad total de 77.10%, superficie específica de  $22.60 \text{ m}^2/\text{gr}$  y resistencia a la compresión de  $17.00 \text{ kg/cm}^2$ . En cuanto a la composición química plasmada en la figura 3, refleja que en su forma natural el contenido en sílice ( $\text{SiO}_2$ ) oscila entre el 64.00 y 74.71%, mientras que al ser tratadas a  $950^\circ\text{C}$  aumenta al 83.90% de  $\text{SiO}_2$ . De esta manera, se puede contrastar la información de RODRÍGUEZ, Ana, ROMERO, Jorge y CASTRO, Eleodoro (2005), quienes realizaron ensayos cristalográficos por difracción de rayos X (DRX) a las diatomitas, identificando transformaciones cristalinas, desde un período cristalino al no estar calcinadas a uno amorfo después de la calcinación, en este sentido, se muestra a las diatomitas como agregados reactivos, alcanzando una riqueza en  $\text{SiO}_2$  de 86%. De los proyectos investigados se evidencia que la diatomita que usamos en nuestra tesis presenta menor porcentaje de sílice que la investigación de RODRÍGUEZ, Ana, ROMERO, Jorge y CASTRO, Eleodoro (2005).

En relación a las características de los agregados, las pruebas fueron desarrolladas en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, haciendo uso de la normativa correspondiente; Norma ASTM D – 2216 (Humedad Natural), Norma ASTM C33 - 83 (Análisis granulométrico), Norma ASTM C - 127 (Peso específico y absorción del agregado fino), ASTM C - 128 (Peso específico y absorción del agregado grueso), ASTM C - 29 (Peso Unitario de agregados). De esta manera se obtuvieron los resultados para el agregado fino extraído de la cantera Río Mayo (Puerto Santa Rosa) – Naranjillo, siendo su peso específico de  $2.83 \text{ gr/cm}^3$ , absorción de 1.8 %, peso unitario suelto de  $1358 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario compactado de  $1587 \text{ kg/m}^3$ , módulo de finesa de 1 y un contenido de humedad de 8.43%, de igual manera, del agregado grueso correspondiente a la cantera Naranjillo se obtuvo un peso específico de  $2.42 \text{ gr/cm}^3$ , absorción de 0.29 %, peso unitario suelto de  $1443 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario compactado de  $1577 \text{ kg/m}^3$ , el tamaño máximo nominal de 1/2" y un contenido de humedad de 1.22%. En este sentido, la

investigación presentada por LEANDRO, José (2015), menciona que las adiciones de las diatomitas al concreto mejoraron la consistencia y la trabajabilidad del concreto fresco, debido a que se añadió un volumen adicional de finos a la mezcla, teniendo para el agregado fino un peso específico aparente de 2.76 gr, absorción de 1.92%, peso unitario suelto de  $1560.7 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario compactado de  $1776.8 \text{ Kg/m}^3$  y un módulo de finesa de 2.97 y 3.01, seguidamente, en el agregado grueso se tuvieron como resultados el peso específico aparente de  $2.758 \text{ Kg/m}^3$ , absorción de 1.011%, peso unitario suelto de  $1517.6 \text{ Kg/m}^3$ , peso unitario compactado de  $1616.5 \text{ kg/m}^3$  y el tamaño máximo de 1". De esta manera se puede constatar que los resultados presentados de ambas investigaciones han mostrado las condiciones aceptables para ser usadas en el diseño de mezcla correspondiente.

De acuerdo a la comparación de la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y de los concretos con adición de diatomita al 10%, 20% y 30% expuestos a ácido sulfúrico, mediante el ensayo de compresión, se muestra que el concreto óptimo es el que contiene 10% de diatomita. Pues, a la edad de 28 días las mezclas de concreto de 0% y 10% de diatomita fueron de  $238.00 \text{ Kg/cm}^2$  y  $284.83 \text{ Kg/cm}^2$ , respectivamente, lo cual muestra que el concreto con 10% de diatomita superó al concreto control (100% cemento) en  $46.83 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que equivale a un 19.68%. Después de los 28 días de curado en  $\text{H}_2\text{O}$ , fueron expuestos por 10 días en una solución de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) del 1% para la simulación del concreto expuesto a suelos ácidos, donde, los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a las mezclas de concreto de 0% y 10% de diatomita fueron de  $214.54 \text{ Kg/cm}^2$  y  $295.11 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, de esta manera, se observa que el concreto con 10% de diatomita tuvo la mayor resistencia superando al concreto control (100% cemento) en  $80.57 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que equivale a un 37.55%. En este sentido, la de menor porcentaje de diatomita (10%) es la que supera la resistencia mínima esperada de  $210 \text{ kg/cm}^2$  con exposición de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , reiterando que el uso de diatomita como reemplazo del 10% del cemento es favorable ante ataques severos de sulfato ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Posteriormente, CHUMPITAZ, Patricia (2009), mediante su investigación realizada concluyó que todos los diseños con diatomita superaron después de 28 días la resistencia mínima esperada de  $600 \text{ Kg/cm}^2$ , donde los diseños con 0%, 5%, 10% y 15% de diatomita tuvieron una resistencia de  $686 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $736 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $731 \text{ Kg/cm}^2$  y  $777 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, además, a los 60 días los tres diseños de 5%, 10% y 15% con diatomita

superaron entre 23% a 33% el valor esperado y aumentaron su resistencia a la compresión respecto a los 28 días, así mismo, afirma que usar esta roca (diatomita), no favorece en la mejora de las resistencias frente a ataques severos de sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ). Ante la información presentada se puede puntualizar que no coincidimos con CHUMPITAZ, Patricia (2009), ya que a la edad de 28 días solo los diseños con 0%, 10% y 20% de diatomita lograron superar la resistencia esperada de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , además a diferencia del autor en mención, el diseño óptimo de nuestra investigación a los 28 días de curado en agua y posteriormente al ser expuesto a  $H_2SO_4$  es el que contiene 10% diatomita y en cuanto a la resistencia al ataque de sulfatos nuestros resultados muestran que el uso de diatomita como reemplazo del 10% del cemento es favorable ante ataques severos de sulfato ( $H_2SO_4$ ).

Respecto al diseño óptimo de mezcla “cemento-diatomita” al 10%, 20% y 30 %, para potenciar la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato, se estableció que el óptimo diseño de mezcla en relación al concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  es el que está compuesto por 10% diatomita + 90% cemento, alcanzando una resistencia a la compresión de  $284.83 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días, lo que implica 331.24 Kg. de cemento Portland Extraforte, 36.80 Kg. de diatomita, 1229.10 Kg. de agregado grueso, 475.28 Kg. de agregado fino, 164.65 lt. de agua y 7.36 Kg. de plastificante para la elaboración de  $1 \text{ m}^3$  de este concreto. Se destaca que la incorporación de la diatomita en la mezcla implica mayor cantidad de agua, para evitar esto se usa plastificante que mejora la trabajabilidad del concreto y se mantiene la misma relación agua/cemento en las mezclas. Paralelamente, se presenta la información de CARRANZA, Ricardo (2017), quien concluyó que las resistencias a compresión de los morteros que contenían un 10% de sustitución de diatomita, lograron superar a los morteros de control, de esta manera a los 28 días la muestra de 10% diatomita (Guatemala) alcanzó una resistencia de 66.05 MPa. ( $673.52 \text{ Kg/cm}^2$ ) y la muestra control alcanzó 59.07 MPa ( $602.35 \text{ Kg/cm}^2$ ). En cuanto a las dosificaciones para el mortero de 10% diatomita de Guatemala se usó 405.00 gr. de cemento, 45 gr. de diatomita, 225.00 gr. de agua, 1.80 gr. de superplastificante, 205.20 gr. de agregado fino, 324.00 gr. de agregado medio y 820.80 gr. de agregado fino. De esta manera, la investigación presentada por CARRANZA, Ricardo (2017) guarda relación con la nuestra, mostrando en ambas que el óptimo diseño de mezcla es la que adiciona el 10% de diatomita, por otro lado, las dosificaciones realizadas por cada proyecto,

evidentemente son diferentes, debido a que cada una toma criterios de acuerdo a las propiedades físicas de sus materiales empleados y en base a la dirección que debe tomar la investigación, sin embargo, ambas muestran condiciones aceptables para ser usadas en el diseño del concreto.

Para la comparación económica entre las probetas de concreto control (100% cemento) y el concreto óptimo (con adición 10% de diatomita), se analiza que el costo de la mezcla del concreto óptimo (con adición de 10% de diatomita) fue relativamente menor en comparación con el concreto control ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ), llegando a tener un costo total por metro cúbico de S/. 397.68 y de S/. 411.90 respectivamente, lo que implica una diferencia de S/. 14.22 que favorece al concreto óptimo. Consecutivamente, presentamos la investigación de CHUMPITAZ, Patricia (2009), quien concluye que el uso de diatomita nacional en reemplazo de la microsílíce aporta ahorros para todos los casos excepto para el que contiene 15% de diatomita, que van del 30% al 17% por metro cubico producido, de esta manera el costo es menor que el concreto tradicional. Ante la investigación expuesta, coincidimos en que el reemplazo de la diatomita genera ahorro económico con respecto al concreto convencional, por lo que se recomienda la incorporación de diatomita en el concreto.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1. Mediante la información bibliográfica, se ha identificado las características físicas y la composición química de la diatomita comercial del Yacimiento de Bayóbar situada dentro del Desierto de Sechura – Piura; mostrando que la diatomita de la Cueva del Inca (Área III) en su forma natural posee un contenido en sílice ( $\text{SiO}_2$ ) entre el 64.00 y 74.71%, mientras que al ser tratadas a  $950^\circ\text{C}$  aumenta al 83.90% de  $\text{SiO}_2$ .
- 5.2. Mediante los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad César Vallejo se determinó las características físicas del agregado fino extraído de la cantera Río Mayo (Puerto Santa Rosa) – Naranjillo, siendo su peso específico de  $2.83 \text{ gr/cm}^3$ , absorción de 1.8 %, peso unitario suelto de  $1358 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario compactado de  $1587 \text{ kg/m}^3$ , módulo de finesa de 1 y un contenido de humedad de 8.43%, de igual manera, del agregado grueso correspondiente a la cantera Naranjillo se obtuvo un peso específico de  $2.42 \text{ gr/cm}^3$ , absorción de 0.29 %, peso unitario suelto de  $1443 \text{ kg/m}^3$ , peso unitario compactado de  $1577 \text{ kg/m}^3$ , el tamaño máximo nominal de 1/2" y un contenido de humedad de 1.22%.
- 5.3. Los resultados obtenidos en la prueba de resistencia a la compresión a la edad de 28 días muestran que el concreto óptimo es el que contiene 10% de diatomita + 90% cemento, de esta manera, para las mezclas de concreto de 0% y 10% de diatomita fueron de  $238.00 \text{ Kg/cm}^2$  y  $284.83 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, lo cual muestra que el concreto con 10% de diatomita superó al concreto control (100% cemento) en  $46.83 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que equivale a un 19.68%. Después de los 28 días de curado en  $\text{H}_2\text{O}$ , fueron expuestos por 10 días en una solución de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) del 1% para la simulación del concreto expuesto a suelos ácidos, donde los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a las mezclas de concreto de 0% y 10% de diatomita fueron de  $214.54 \text{ Kg/cm}^2$  y  $295.11 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, de esta manera, se observa que el concreto con 10% de diatomita tuvo la mayor resistencia superando al concreto control (100% cemento) en  $80.57 \text{ Kg/cm}^2$ , lo que equivale a un 37.55%. En este sentido, tanto a la edad de 28 días de curado en agua como a los 38 días (28 días en  $\text{H}_2\text{O}$  + 10 días expuestos a  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), se puede percibir que al incrementar la cantidad de diatomita en 20% y 30% a la mezcla de concreto,

se obtienen resistencias cada vez menores en relación a la mezcla de concreto patrón; debido a que la microestructura del concreto es afectada por la expansión, generando degradación en la probeta, siendo la de menor porcentaje de diatomita (10%) la que obtuvo mejores resultados y superó la resistencia mínima esperada de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

- 5.4.** El óptimo diseño de mezcla “cemento-diatomita” para potenciar la resistencia mecánica del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato, fue la mezcla de concreto de 10% diatomita + 90% cemento, alcanzando 295.11 Kg/cm<sup>2</sup>, en este sentido, el diseño de mezcla para 1m<sup>3</sup> de concreto óptimo implica el uso de 331.24 Kg. de cemento Portland Extraforte, 36.80 Kg. de diatomita, 1229.10 Kg. de agregado grueso, 475.28 Kg. de agregado fino, 164.65 lt. de agua y 7.36 Kg. de plastificante.
- 5.5.** Para la comparación económica del concreto se ha establecido que el diseño de 10% diatomita (mezcla óptima) es más accesibles que el concreto control ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ), llegando a tener un costo total por metro cúbico de S/. 397.68 y de S/. 411.90 respectivamente, lo que implica una diferencia de S/. 14.22 que favorece al concreto óptimo, de esta manera, se afirma que el uso de diatomita en el concreto genera menos costo en su elaboración, además, al mostrar mayor resistencia ante el ataque de sulfato (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) que el concreto convencional, proyecta una vida útil más larga y con menos costos de mantenimiento, al mismo tiempo, al reducir la cantidad de cemento, se disminuye el uso de energía para su fabricación, mitigando considerablemente la contaminación atmosférica causada por las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1.** Se recomienda la investigación de diatomitas de otros yacimientos para identificar sus propiedades puzolánicas a fin de realizar un adecuado diseño de mezcla.
- 6.2.** Se recomienda que en futuras investigaciones se use agregados con diferente módulo de finura (agregados de otras canteras) en la mezcla de concreto, ya que las características de los agregados influyen directamente en la resistencia del concreto.
- 6.3.** Para desarrollar una investigación más amplia y completa, se recomienda que además del ensayo de compresión realizado a las mezclas de concreto con adición de diatomita, se realice ensayos de flexo-tracción y que se incrementen los días de curado en agua y en ácido sulfúrico, de esta manera se podría visualizar con mayor proyección de tiempo el comportamiento del concreto expuesto en este ambiente degradante.
- 6.4.** Es recomendable usar puzolanas naturales en el concreto, como la diatomita en porcentajes menores al 10% como reemplazo del cemento, de esta manera se logrará un diseño óptimo de la mezcla “cemento-diatomita”, mejorando su resistencia ante la exposición de sulfatos.
- 6.5.** Se recomienda usar diatomita u otras puzolanas en la mezcla del concreto, pues al reemplazar una proporción del cemento, los costos serían menores.



## REFERENCIAS

- ABANTO, Moisés. *Adaptabilidad de diecisiete (17) variedades de maíz amarillo duro a Suelos Ácidos zona de Calzada-provincia de Moyobamba*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. 2002. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/1524>
- AHMADI, A.; ESMAEILI, J.; KASAEI, J. Y HAJIALIOGHLI, R. *Properties of sustainable cement mortars containing high volume of raw diatomite*. (Artículo científico). *Sustainable Materials and Technologies*, 2018: 16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2018.05.001>
- ARCHILA, Gustavo. *Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo, con dos tipos de epóxicos*. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2007.
- ARRIAZA, Manuel. *Guía práctica de análisis de datos*. Ideagonal Diseño Gráfico, 2006. 201pp. ISBN: 84-611-1661-5.
- ASTM C 143 y NTP 339.035. *Asentamiento del concreto fresco en cono de Abrams*. 2015. Disponible en: [https://www.academia.edu/5751418/CONTROLDE\\_CALIDADDECONCRETO](https://www.academia.edu/5751418/CONTROLDE_CALIDADDECONCRETO)
- ASTM C39, ASTM C293 Y ACI 522R -10. Resistencia a la compresión de cilindros y resistencia a flexión de concreto 2015. Disponible en: [https://www.academia.edu/30167107/ASTM\\_STANDARDS\\_IN\\_BUILDING\\_CODE\\_S](https://www.academia.edu/30167107/ASTM_STANDARDS_IN_BUILDING_CODE_S)
- BALSECA, Eduardo y CORONEL, Kléber. *Ataques de los sulfatos a los hormigones de alto desempeño*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 2009. Disponible-en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6271>
- BARAHONA, Ricardo. *Estudio comparativo de resistencia en probetas compactadas con los métodos por apisonado y por vibración para concretos a/c= 0.60, 0.65 y 0.70*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. 2015. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4403>.
- BASSUONI, Mohamed y NEHDI, Moncef. *Resistance of self-consolidating concrete to sulfuric acid attack with consecutive pH reduction*. (Artículo científico). *Cement*

- and Concrete Research, 2007: 37 (7).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.04.014>
- BREIT, W. *Acid resistance of concrete*. Research Institute of the Cement Industry. Concrete Technology Reports 2001-2003. Düsseldorf. Germany. 2002: 29. Pp 181-190.
- BROTO, C. *Enciclopedia Broto de patologías de la construcción*. Links International. Barcelona, España. 2005, 1389 pp.  
 Disponible en: [https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia\\_broto\\_de\\_patologias\\_de\\_la\\_construccion.pdf](https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf).
- CÁDER, Gustavo y OLIVA, Carmen. *Adaptación del método de diseño de mezclas de concreto según ACI 211.1 utilizando los tipos de cemento ASTM C-1157 tipo GU y ASTM C -1157 tipo HE*. (Tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, Santa Ana, El Salvador, 2012.
- CARRANZA, Ricardo. *Nuevos Materiales conglomerantes a partir de tierras de diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica*. (Tesis de máster). Universidad Politécnica de Valencia, 2017.  
 Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/83725>.
- CCOPA, Heber. *Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú. 2017.  
 Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4534>
- CHANG, Z.; SONG, X.; MUNN, R.; MAROSSZEKY, M. *Using limestone aggregates and different cements for enhancing resistance of concrete to sulphuric acid attack*. (Artículo científico). Cement and Concrete Research, 2005: 35 (8). págs. 1486-1494.  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2005.03.006>
- CHEN, Ke; LI, Cong; SHI, Liurong; GAO, Teng; SONG, Xiuju; BACHMATIUK, Alicja; ZOU, Zhiyu; DENG, Bing; JI, Qingqing; MA, Donglin; PENG, Hailin; DU, Zuliang; RÜMMELI, Mark; ZHANG, Yanfeng y LIU, Zhongfan. *Growing three-dimensional biomorphic graphene powders using naturally abundant diatomite templates towards high solution processability*. (Artículo científico). Nature Communications, 2016: 7 (1344).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1038/ncomms13440>

- CHUMPITAZ, Patricia. *Estudio experimental del uso de tierras diatomáceas en la producción del concreto de alta resistencia*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. 2007.  
 Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1032>
- CRIADO, M.; PALOMO, A.; FERNÁNDEZ, A. *Nuevos materiales cementantes basados en cenizas volantes: influencia de los aditivos en las propiedades reológicas*. Madrid, España: Editorial CSIC - CSIC Press. (52 pág). 2006.
- DEGIRMENCI, Nurhayat y YILMAZ, Arin. *Use of diatomite as partial replacement for Portland cement in cement mortars*. (Artículo científico). *Construction and Building Materials*, 2009: 23 (1). (págs. 284-288).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.12.008>
- DOLLEY, TP. *Diatomite*. (Artículo científico). *Ceramic Bulletin*, 1991: 70 (5).
- ERGÜN, Ali. *Effects of the usage of diatomite and waste marble powder as partial replacement of cement on the mechanical properties of concrete*. (Artículo científico). *Construction and Building Materials*, 2011: 25 (2).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.07.002>
- ESCOBEDO, Roger. *Suelo y capacidad de uso mayor de las tierras*. Grupo Técnico de la Zonificación ecológica económica de la región San Martín. 2005, 112pp.  
 Disponible en: [http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/San\\_Martin/Memoria\\_Descriptiva\\_Suelos\\_CUM.pdf](http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/San_Martin/Memoria_Descriptiva_Suelos_CUM.pdf)
- FERNÁNDEZ, M. *Hormigón*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Garceta Grupo Editorial. Madrid, España. 2013. 692 pág.
- FRAGOULIS, Dimitrios.; STAMATAKIS, Michael.; PAPAGEORGIU, Dimitris y CHANIOTAKIS, Emmanouil. *The physical and mechanical properties of composite cements manufactured with calcareous and clayey Greek diatomite mixtures*. (Artículo científico). *Cement and Concrete Composites*. 2005: 27 (2).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.02.008>
- GOMÁ, Fernando. *El cemento Portland y otros aglomerantes*. Barcelona, España: Editorial Reverté S.A. (232 pág.). 1979.
- GUNDAKER, E. *Corrosion monitoring and protection for infrastructure projects*. 2nd Latin American Region Corrosion Congress, NACE, 1996.

- HANCCO, Juan. *Investigación metodológica para obtención de un bioprotector tóxico y su aplicación en el tratamiento de quemaduras en la piel de tercer grado*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. 2015.
- Disponible en: <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3981/IQharoj083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HASAN, MS; SETUNGE, Sujeeva; LAW, David y MOLYNEAUX, Tom. *Predicting life expectancy of concrete septic tanks exposed to sulfuric acid attack*. (Artículo científico). Magazine of Concrete Research, 2013: 65(13). Pp.793–801. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/macr.12.00231>
- HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Chistian. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill Education. 2018. 714pp. ISBN: 978-1-4562-6096-5.
- HOSSAM, Elden; GALAL, Morsy y MOHAMED, Bark. *Diatomite: Its Characterization, Modifications and Applications*. (Artículo científico). Asian Journal of Materials Science, 2010: 2 (3). Disponible en: <https://scialert.net/abstract/?doi=ajmskr.2010.121.136>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. *Producción Nacional: Informe Técnico*. Mayo 2019, 62pp. Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-produccion-nacional-mayo-2019.pdf>
- LEANDRO, José. *Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, 2010. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/168>
- LI, Jiaqi; ZHANG, Wenxin; LI, Chen y MONTEIRO, Paulo. *Green concrete containing diatomaceous earth and limestone: Workability, mechanical properties, and life-cycle assessment*. (Artículo científico). Journal of Cleaner Production, 2017: 223. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.077>
- MALHOTRA, V. y METHA, K. *Pozzolanic and cementitious Materials*. Gordon and Breach Publishers, Ottawa, Canada,.1996. 191pp.

- MANTILLA, Jessica. *Influencia de la Fibra de Vidrio Tipo E en las Propiedades Mecánicas Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* . (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chimbote, Perú. 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10228>
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). RNE 2006. Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda. Perú, 2006. 439pp.
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOYOBAMBA. *El Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Moyobamba*, volumen I. 2012, 408 pp. Disponible en: [http://www.munimoyobamba.gob.pe/app/archivos\\_sigolo/docs/sigolo\\_mdp5vF.pdf](http://www.munimoyobamba.gob.pe/app/archivos_sigolo/docs/sigolo_mdp5vF.pdf)
- NEVILLE, AM. *Properties of Concrete*. Pitman Publishing, London, UK. 2011.
- OKOCHI, Hiroshi; KAMEDA, Hideki; HASEGAWA, Shin-ichi; SAITO, Nobuhiko; KUBOTA, Ken. e IGAWA, Manabu. *Deterioration of concrete structures by acid deposition — an assessment of the role of rainwater on deterioration by laboratory and field exposure experiments using mortar specimens*. (Artículo científico). *Atmospheric Environment*, 2000: 34 (18). Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00523-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00523-3)
- ORDOÑEZ, Jhanina. *Influencia en la resistencia a la compresión axial al sustituir parcialmente cemento portland tipo I por diatomita en un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$* , 2016. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/11020>
- PAIVA, Helena; VELOSA, A.; CACHIM Paulo y FERREIRA Víctor. *Effect of pozzolans with different physical and chemical characteristics on concrete properties*. (Artículo científico). *Materiales de Construcción*, 2016:66 (332). Disponible en: [doi: http://dx.doi.org/10.3989/mc.2016.01815](http://dx.doi.org/10.3989/mc.2016.01815)
- PONCE, Fernanda; HUAMANI, Kevin y SANCHEZ, Eddie. *Los beneficios del uso de bacterias en el concreto autorregenerante*. (Artículo científico). Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 2015. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/16153/16575>

- RAHHAL Viviana y TALERO Rafael. *Calorimetry of Portland cement with silica fume, diatomite and quartz additions*. (Artículo científico). *Construction and Building Materials*, 2009: 23 (11).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.06.003>
- REGUERIO M.; CALVO J.; ELIZAGA E. Y CALDERÓN V. *Geología y economía de la diatomita española*. *Minerales industriales y rocas*. 1993: 306. (pág. 57-67)
- RODRÍGUEZ, Ana, ROMERO, Jorge y CASTRO, Eleodoro. *Refractaric behavior of mortar probes conformed with diatomite as minerals aggregate*. (Artículo científico). *Revista Colombiana de Química*, 2005: 34(2).  
 Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-28042005000200004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042005000200004)
- STAMATAKIS, Michael; FRAGOULIS, Dimitrios; CSIRIK, G.; BEDELEAN, I. y PEDERSEN, Stig. *The influence of biogenic micro-silica-rich rocks on the properties of blended cements*. (Artículo científico). *Cement and Concrete Composites*. 2003: 25 (2) pág. 177 – 184.  
 Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(02\)00019-7](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(02)00019-7)
- TORRES Ana; SOUZA Lourdes, SILVA María y DE ANDRADE SILVA Flávio. *Concrete degradation mechanisms by sulfuric acid attack*. (Artículo científico). *Magazine of Concrete Research*, 2019: 71 (7).  
 Disponible en: <https://doi.org/10.1680/jmacr.18.00194>
- URDAY, Aldo. *Uso de la Diatomita para la Elaboración de Bloquetas Artesanales de Concreto en la Ciudad De Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. 2015.  
 Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2154>
- VERDEJA Luis; GARCIA Purificación; VASQUEZ Elba; BARRANZUELA José y PASTOR R. *Contribución al estudio de las diatomitas del Perú*. (Artículo científico). *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 1992: 31 (5).  
 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6950190>
- VERDEJA, Luis; SANCHO, Jose; BARRANZUELA, J. y VASQUEZ, Rosaura. *Características físico-químicas de las diatomitas de Bayovar (Perú)*. (Artículo científico). *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 1990: 29(2).  
 Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/265420794\\_Caracteristicas\\_fisico-quimicas\\_de\\_las\\_diatomitas\\_de\\_Bayovar\\_Peru](https://www.researchgate.net/publication/265420794_Caracteristicas_fisico-quimicas_de_las_diatomitas_de_Bayovar_Peru)

- YUNI, José y URBANO, Claudio. *Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación*. (2da ed.). Córdoba: Editorial Brujas, 2006. 112pp. ISBN: 987-591-020-1.
- ZEÑA, José. *Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. 2016. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/1622>
- ZHAO, SB.; HE, R.C., GAO, R.D. y LI, Q.B. *Research on mechanism of sulfate attack on concrete by TG-DSC method*. Advances in Concrete. Structural Durability. Proceedings of ICDCS2008, 2008: 1 (2). Pp: 549-555.
- ZULETA, Mario; GRASSO, Alberto y CASTRO, Luis. *Estudio de un yacimiento de diatomitas de San Juan, orientado a la obtención de un producto apto para uso enológico*. XII Reunión Anual de la Asociación Iberoamericana de Enseñanza Superior de la Minería. Sao Paulo, Brasil. 2005. Disponible en: <https://docplayer.es/11237652-Estudio-de-un-yacimiento-de-diatomitas-de-san-juan-orientado-a-la-obtencion-de-un-producto-aptopara-uso-enologico.html>




## **ANEXOS**



## Anexo 1. Matriz de Consistencia

TÍTULO: “Uso de diatomita en el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general</b> ¿En qué medida se potenciará la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a sulfato mediante el uso porcentual de diatomita, Moyobamba, 2019?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo identificar las propiedades físicas y la composición química de la diatomita?</li> <li>• ¿Cómo determinar las características de los agregados?</li> <li>• ¿Cuál es la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> y de los concretos con adición de diatomita al 10%, 20% y 30% expuestos a ácido sulfúrico, mediante el ensayo de compresión?</li> <li>• ¿Cuál es el óptimo diseño de mezcla “cemento-diatomita” para potenciar la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a sulfato?</li> <li>• ¿Cuáles serán los costos del concreto control (100% cemento) y del concreto óptimo (con adición de diatomita)?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Medir la potencia de la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a sulfato mediante el uso porcentual de diatomita, Moyobamba, 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las propiedades físicas y la composición química de la diatomita, mediante la investigación bibliográfica.</li> <li>• Determinar las características de los agregados mediante los ensayos realizados en el laboratorio.</li> <li>• Comparar la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> y de los concretos con adición de diatomita al 10%, 20% y 30% expuestos a ácido sulfúrico, mediante el ensayo de compresión.</li> <li>• Establecer el óptimo diseño de mezcla “cemento-diatomita” para potenciar la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a sulfato.</li> <li>• Elaborar una comparación económica entre el concreto control (100% cemento) y el concreto óptimo (con adición de diatomita).</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b> El uso de diatomita potenciará la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a sulfato, Moyobamba, 2019.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La investigación bibliográfica permitirá identificar las propiedades físicas y la composición química de la diatomita.</li> <li>• Los ensayos realizados en el laboratorio permitirán determinar las características de los agregados.</li> <li>• La resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a ácido sulfúrico se potenciará mediante la adición de diatomita al 10%, 20% y 30%.</li> <li>• El óptimo diseño de la mezcla “cemento-diatomita” potenciará la resistencia mecánica del concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> expuesto a sulfato.</li> <li>• El concreto óptimo (con adición de diatomita) tendrá un costo accesible en comparación con el concreto control (100% cemento).</li> </ul>	<p><b>Técnica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación.</li> <li>• Análisis de contenido.</li> </ul> <p><b>Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formatos estandarizados.</li> <li>• Fichas de registro.</li> <li>• Equipos para ensayos de resistencia mecánica del concreto.</li> <li>• Programa informático Excel.</li> <li>• SPSS</li> </ul>

Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones													
<p>La investigación presenta un enfoque cuantitativo.</p> <p>El tipo de diseño que corresponde a la investigación es experimental.</p> <div data-bbox="241 544 734 807" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>Causa (Variable independiente)</b>   <b>X</b> </td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <b>Efecto (Variable dependiente)</b>   <b>Y</b> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table> </div>	<b>Causa (Variable independiente)</b>  <b>X</b>	<b>Efecto (Variable dependiente)</b>  <b>Y</b>			<p><b>Población Muestral</b></p> <p>Nuestra población total es de 52 probetas cilíndricas de 6" x 12". Se dividieron en dos grupos.</p> <p>Estos ensayos fueron realizados de acuerdo a las normas ASTM C-33-83, ASTM C-128, ASTM C- 128, ASTM D-2216, ASTM C-29, ASTM C-127 y la NTP E.060.</p> <p>Para la muestra total de 52 probetas cilíndricas de 6" x 12" empleadas en la investigación, fueron ensayadas a compresión en periodos de tiempos diferentes, para determinar su resistencia mecánica. Se dividieron en dos grupos; 48 para el primero y 4 para el segundo.</p> <p>Del primer grupo, 12 probetas tuvieron un contenido de 100% cemento y las otras 36 tuvieron cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), que luego de 7, 14, 28 y 56 días curadas en agua fueron evaluadas mediante ensayo de resistencia a compresión.</p> <p>Del segundo grupo, se hicieron 4 probetas con el mismo diseño de mezclas; 1 probeta tuvo un contenido de 100% cemento y las otras 3 tuvieron cemento + diatomita (10%, 20% y 30% del cemento), sin embargo, estas fueron expuestas a una solución de ácido sulfúrico por 10 días después de ser curadas 28 días en agua; llegando a realizar los ensayos de resistencia a la compresión a la edad de 38 días.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="1391 280 1581 355">Variables</th> <th data-bbox="1581 280 1977 355">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1391 355 1581 624" rowspan="2">Uso de diatomita en el concreto <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math></td> <td data-bbox="1581 355 1977 491">Características físicas y químicas de la diatomita</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1581 491 1977 624">10%, 20% y 30% de diatomita como reemplazo del cemento</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1391 624 1581 963" rowspan="3">Potenciar su resistencia mecánica</td> <td data-bbox="1581 624 1977 738">Características del agregado</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1581 738 1977 853">Resistencia a la Compresión</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1581 853 1977 963">Costos y presupuestos</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Uso de diatomita en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Características físicas y químicas de la diatomita	10%, 20% y 30% de diatomita como reemplazo del cemento	Potenciar su resistencia mecánica	Características del agregado	Resistencia a la Compresión	Costos y presupuestos
<b>Causa (Variable independiente)</b>  <b>X</b>	<b>Efecto (Variable dependiente)</b>  <b>Y</b>														
															
Variables	Dimensiones														
Uso de diatomita en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Características físicas y químicas de la diatomita														
	10%, 20% y 30% de diatomita como reemplazo del cemento														
Potenciar su resistencia mecánica	Características del agregado														
	Resistencia a la Compresión														
	Costos y presupuestos														

**Fuente:** Elaboración propia de las tesis.

Anexo 2. Figuras y Tablas



**Figura 13.** *Diatomeas, algas unicelulares microscópicas.*

*Fuente:* (HANCCO, 2015)

**Tabla 9**

*Composición del Clinker del cemento Portland*

<b>NOMBRE DEL COMPUESTO</b>	<b>FÓRMULA QUÍMICA</b>	<b>NOTACIÓN ABREVIADA</b>
<b>Silicato tricálcico</b>	$\text{SiO}_2 * 3 * \text{CaO}$	<b>C<sub>3</sub>S</b>
<b>Silicato bicálcico</b>	$\text{SiO}_2 * 2 * \text{CaO}$	<b>C<sub>2</sub>S</b>
<b>Aluminato tricálcico</b>	$\text{Al}_2\text{O}_3 * 3 * \text{CaO}$	<b>C<sub>3</sub>A</b>
<b>Ferro-aluminato tetracálcico</b>	$\text{Fe}_2\text{O}_3 * \text{Al}_2\text{O}_3 * 4\text{CaO}$	<b>C<sub>4</sub>AF</b>

*Fuente:* Gomá, F. (1979)

**Tabla 10**

*Composición química y mineralógica media del Clinker del cemento Portland*

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>		<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	
<b>Óxido</b>	<b>Contenido (%)</b>	<b>Fases</b>	<b>Porcentaje</b>
CaO	66 - 67	Alita (C <sub>3</sub> S)	50-60
SiO <sub>2</sub>	17 - 25	Belita (C <sub>2</sub> S)	20-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3 - 8	Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A)	5-10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5 - 6.0	Ferroaluminato tetracálcico (C <sub>4</sub> AF)	3-10
MgO	0.5 - 4		
Álcalis (como Na <sub>2</sub> O)	0.3 - 1.2		
SO <sub>3</sub>	2.0 - 3.5		

*Fuente:* Criado, M.; Palomo, A.; Fernández, A. (2006).

### **Anexo 3. Panel Fotográfico**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
 **$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**PROYECTO: “Uso de diatomita en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”**



**Autoras:**

**Elsa Karolina Vásquez Velásquez**

**Leidy Diana Neira Huamán**

**Moyobamba – Perú**

**2019**





## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### I. GENERALIDADES.

Mediante solicitud de las tesisistas Elsa Karolina Vásquez Velásquez y Leidy Diana Neira Huamán, se ha procedido a la elaboración del diseño de mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para el proyecto: “Uso de diatomita en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”.

Para poder realizar el diseño de mezcla se ha contado con materiales proporcionados por las solicitantes, siendo agregado grueso y agregado fino. Se procedió a la recepción de los agregados de la Cantera Naranjillo ubicada en la Provincia de Rioja, distrito de Naranjillo, en el Puerto del Río Mayo (sector Santa Rosa), con coordenadas UTM 9357322 los mismos que han sido analizados y ensayados.

Para la elaboración del informe técnico final se ha contado con los resultados de los ensayos de Laboratorio (Mecánicas y Físicas), cumpliendo con las especificaciones solicitadas por el laboratorio con la finalidad de que el diseño se elabore en base al requerimiento del proyecto.

### II. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

Existen varios estudios donde al diseño de mezcla se le ha incorporado ciertos porcentajes de diatomita en función de del peso de la mezcla con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas del concreto, por tanto el presente informe, surge como necesidad de tener un diseño de mezcla  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para el cual se ha incorporado diatomita en porcentajes de 10%, 20% y 30%, que sustituirán parcialmente el cemento, con la finalidad de determinar una mejor resistencia del concreto ante sulfatos.

### III. TRABAJO REALIZADO.

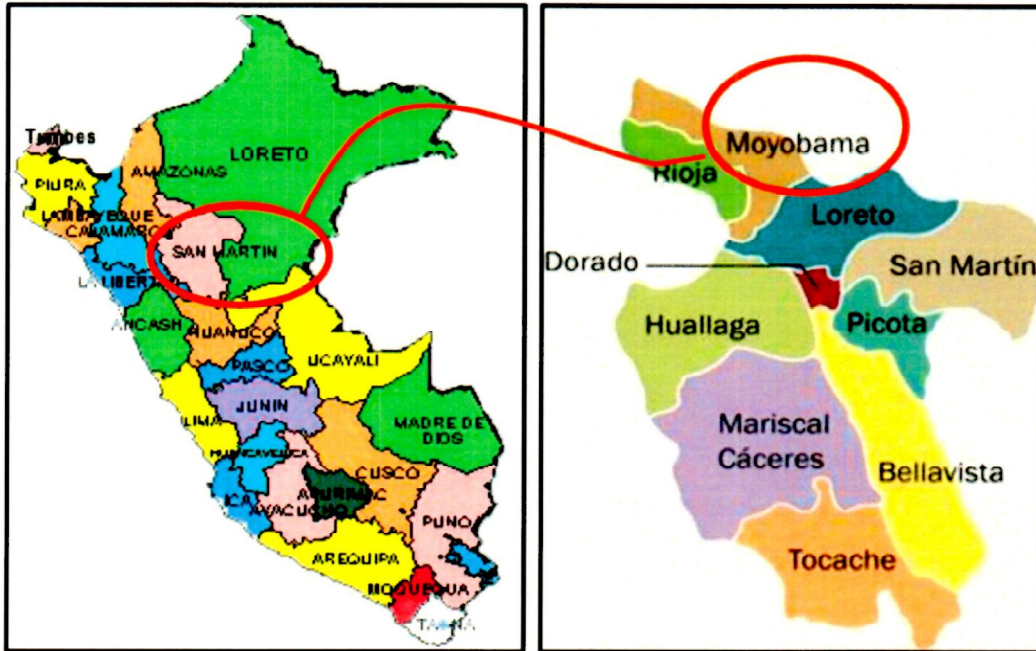
El presente trabajo de ensayo de los materiales se realizó en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, logrando un diseño de mezcla de concreto con una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .





#### IV. UBICACIÓN.

El lugar donde se ha realizado los ensayos a las muestras obtenidas para el respectivo diseño se ubica en el laboratorio de mecánica de suelos y concreto de la Universidad César Vallejo ubicada el Jirón San Martín.



#### V. OBJETIVO.

El objetivo es proporcionar información técnica acerca de los materiales ensayados; es decir el agregado fino y el agregado grueso, resumidos en un diseño de mezclas los mismos que serán utilizados para la utilización en las diversas estructuras confortables del proyecto mencionado.

#### VI. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS.

##### Materiales para el diseño

##### Cemento portland Extraforte

Peso específico = 3.11 g/cm<sup>3</sup>

##### Agregado fino

Procedencia, Arena, Cantera "NARANJILLO"

Peso específico = 2.26 g/cm<sup>3</sup>

Peso unitario suelto = 1567.00 kg/ cm<sup>3</sup>





Peso unitario compactado	=	1713.00 kg/ cm <sup>3</sup>
% de Absorción	=	2.67 %
Humedad Natural	=	7.24 %
Módulo de firmeza	=	2.40 %

**Agregado grueso**

Procedencia, Cantera	=	“NARANJILLO”
Peso específico	=	2.67 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	=	1,266.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	=	1461.00 kg/ m <sup>3</sup>
% de Absorción	=	0.84 %
Humedad Natural	=	0.95 %

**Diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup> cantera Naranjillo**

Slump requerido	=	3” a 4”
Tamaño máximo agregado	=	½”
Volumen unitario de agua	=	164.64
Relación agua/cemento	=	0.560
Contenido de cemento	=	636.380 g/m <sup>3</sup>
Vol. Agregado grueso	=	60
Vol. Agregado fino	=	60
Vol. Diatomita	=	32.98
Porcentaje de aire atrapado	=	2%

**Cantidad de materiales en volumen (P<sup>3</sup> por saco)**

Cemento	=	1.57 p3 / bolsa
Agua	=	0.94 L/ bolsa
Agregado fino	=	4.04 p3 / bolsa
Agregado grueso	=	6.52 p3 / bolsa
Relación en p <sup>3</sup> o bolsa C: A: P	=	2: 6.52: 4.04







## VII. CONCLUSIÓN.

Los resultados mostrados son del diseño de mezcla, los cuales fueron calculados tomando los parámetros establecidos en el método ACI 211, para el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  los cuales arrojaron como dosificación C:2 p3 : A:6.52 p3 P: 4.04 p3.

## VIII. RECOMENDACIONES.

Es preciso mencionar que el diseño adjunto ha sido realizado en el laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y dando la buena preparación de materiales y para tratar de llevarlos a la realidad se deberá tener en cuenta algunas consideraciones que mencionaremos a continuación.

### MATERIALES BÁSICOS.

Los materiales son los elementos principales para un adecuado funcionamiento de los concretos por lo que se tendrá que tomar los cuidados necesarios para cumplir con las especificaciones que se ha tomado en cuenta en el diseño como:

- ❖ **Cemento:** se deberá tener cuidado en el almacenamiento y manejo de este elemento de acuerdo a normas establecidas.
- ❖ **Agua:** el uso de agua será íntegramente potable, si en el caso de que no se utilice agua potable se deberá verificar la acidez de agua y propiedades químicas a fin de analizar que no pueda tener sustancias nocivas para el concreto.
- ❖ **Agregado fino:** Se tendrá que controlar las sustancias dañinas y evitar las pérdidas de finos por lavados ya sea por agentes naturales o mecánicos, así mismo se deberá batir el material en el proceso de extracción para conseguir una graduación homogénea.
- ❖ **Agregado grueso:** se tendrá que controlar la cantidad de finos y presencia de algún material nocivo para el concreto, así mismo realizar control granulométrico de acuerdo las condiciones que se presentan en obra.





- ❖ **Toma de muestras:** deben incluir toda precaución que facilite la obtención de muestras que representan la verdadera naturaleza y condición del concreto, así mismo para obtención de muestras en mezcladoras; las muestras deben obtenerse pasando un recipiente a través de la corriente de descarga del mezclador aproximadamente en la mitad de la tanda desviando la corriente completamente de descarga del mezclador aproximadamente en la mitad de la tanda desviando la corriente completamente para que descargue en el recipiente, debe tenerse cuidado de no restringir el flujo del mezclador de manera que ocasione la segregación del concreto.
- ❖ **Elaboración y curado de testigos de concreto:** para este procedimiento se deberá tener en cuenta las normas descritas como son ASTM C – 192, se deberá cuidar el fraguado continuo durante 07 días, el pozo de curado no deberá exceder de los 23°C, en caso de que sucediera se deberá estabilizar.
- ❖ **Dosificación:** se recomienda el uso adecuado de elementos de dosificación, así mismo realizar un control de asentamiento de concreto.

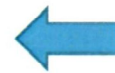


ANEXOS

✚ Recolección del agregado fino - cantera "Río Mayo"



Vista de  
Recolección de  
agregado fino  
de la cantera  
"Río Mayo"



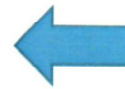
Se observa la  
ubicación de  
la cantera con  
el GPS.



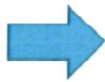
✦ Recolección del agregado grueso- cantera “Naranjillo”



Recolección del agregado grueso - cantera “Naranjillo”



Recolección y tamizado del agregado grueso - cantera “Naranjillo”





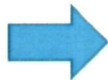
Recolección del agregado fino para en contenido de humedad . NTP 339.127 (ASTM D 2216)



Proceso de recopilación del agregado fino, para contenido de humedad. NTP 339.127(ASTM)



Proceso de recopilación del agregado grueso, para contenido de humedad. NTP 339.127(ASTM D 2216).



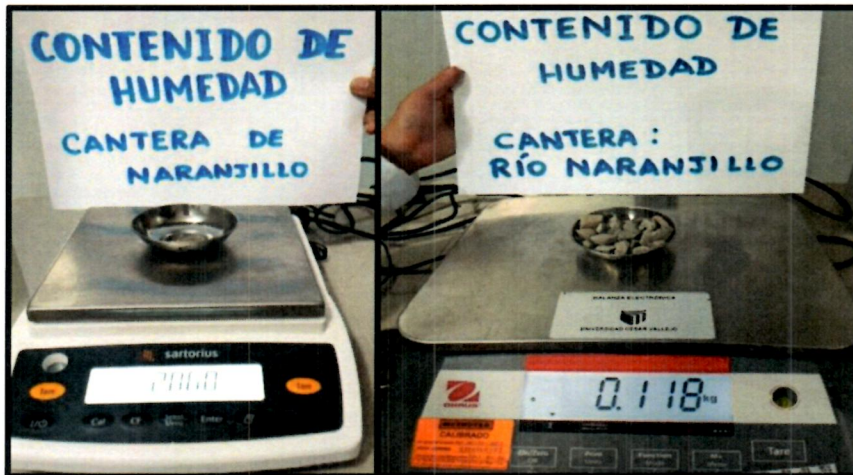


Pesado de las taras, para el desarrollo del contenido de humedad del agregado fino. NTP 339.127

Proceso de recopilación del agregado fino para el ensayo de contenido de humedad de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 339.127 y la (ASTM D 2216).



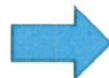
✦ **Recolección del agregado grueso para en contenido de humedad . NTP 339.127 (ASTM D 2216)**



Se muestra el peso de la tara, para luego colocar el agregado y hacer el Proceso del contenido de humedad del agregado grueso. NTP 339.127 (ASTM D 2216)



Colocado del agregado grueso al horno. NTP 339.127 (ASTM D 2216).



Retiro del agregado fino del horno a 80 °C después de 5 horas.



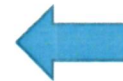


✚ Saturación del agregado fino para en contenido de humedad - NTP 339.127  
(ASTM D 2216)



Después del  
Proceso de  
Saturación del  
agregado fino.

NTP 339.127  
(ASTM D 2216)



Proceso de lavado  
del agregado fino,  
para determinar el  
módulo de finesa.  
Según la norma  
peruana.  
NTP 339.127  
(ASTM D 2216).



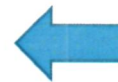




Proceso de Saturación del agregado grueso.

NTP 339.127

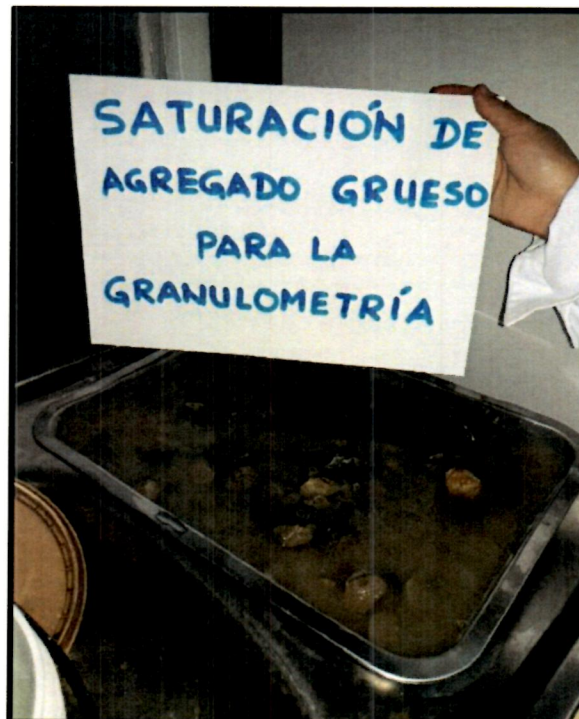
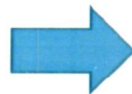
(ASTM D 2216)



Proceso de lavado del agregado grueso.

NTP 339.127

(ASTM D 2216).



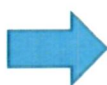
✚ Proceso de lavado del agregado fino y grueso



Proceso de lavado del agregado fino.



NTP 339.127  
(ASTM D-2216)



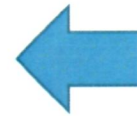
Proceso de lavado del agregado grueso.  
NTP 339.127  
(ASTM D 2216).



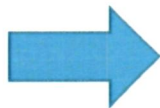


Proceso de secado del agregado fino a 110°C durante 24 horas.

NTP 339.127 (ASTM D-2216).



Proceso de lavado de agregado grueso a 110°C durante 24 horas.  
NTP 339.127 (ASTM D 2216).



✦ **Ensayo de granulometría del agregado fino y grueso - NTP 339.128. (ASTM D 4318).**



Proceso de tamizado para determinar el módulo de finura.

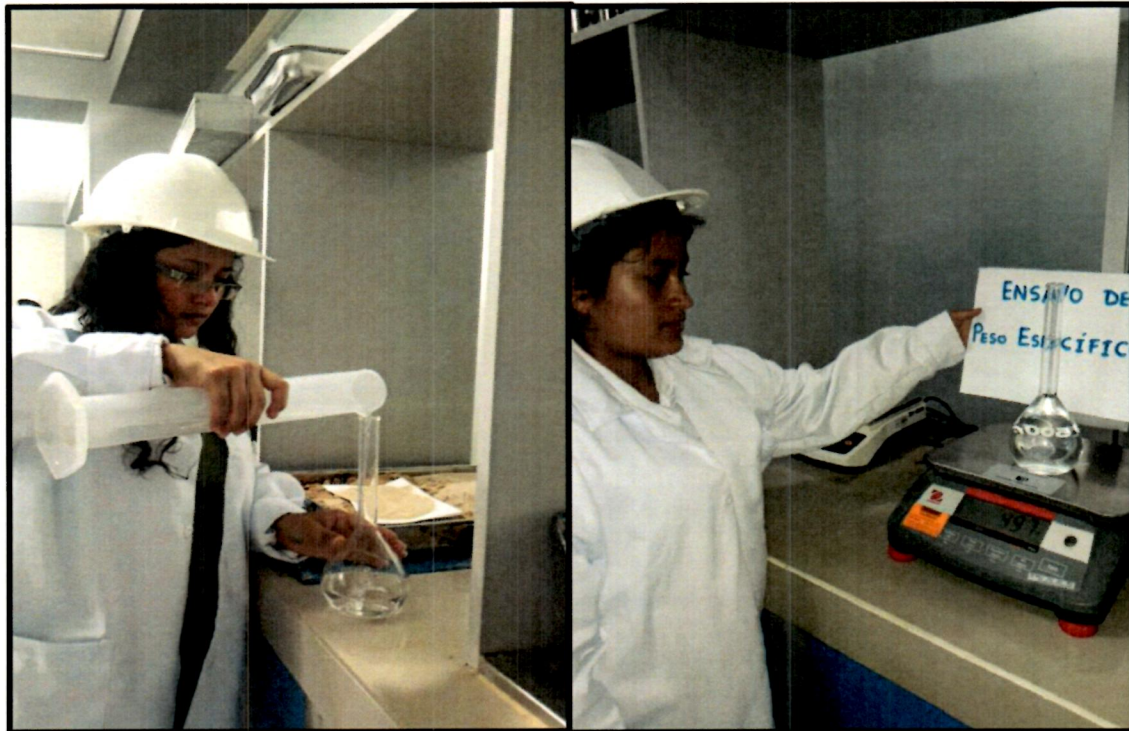
NTP 339.128  
(ASTM D- 4318)

Proceso de tamizado del agregado grueso.  
NTP 339.128  
(ASTM D- 4318).



✚ **Ensayo del peso específico del agregado fino - NTP 339.131.  
(ASTM D 854).**

Proceso de pesado la Fiola y colocación de agua.




Proceso de salida del aire con bomba de vacío.

NTP 339.131

(ASTM D- 854).



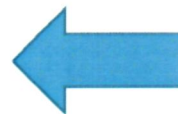
 **Ensayo del Peso Específico del agregado fino - NTP 339.131. (ASTM D 854).**



Proceso de pesado del agregado fino.

NTP 339.131

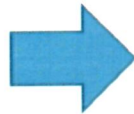
(ASTM D- 854)



Proceso llenado a la fiola para la salida del aire del agregado fino.

NTP 339.131

(ASTM D- 854).



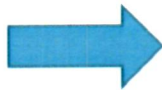
Proceso de colocado del agua al agregado fino en la fiola.

NTP 339.131

(ASTM D- 854)

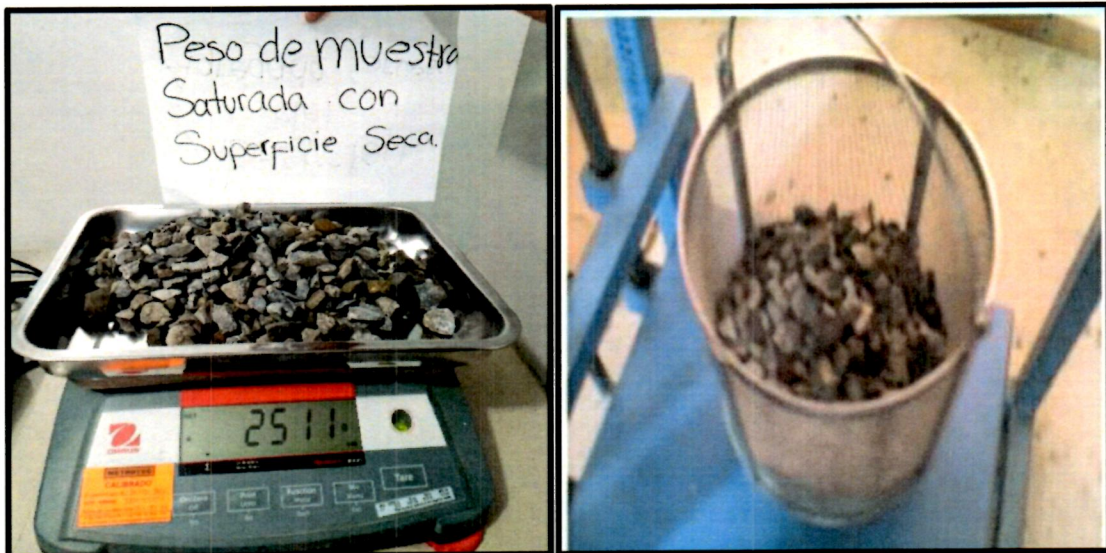


Determinación  
del peso  
específico con la  
bomba de Vacío.  
NTP 339.131  
(ASTM D- 854)



✦ **Ensayo del peso específico del Agregado Grueso - NTP 400.021**

Saturación del agregado grueso para el ensayo de absorción





Ensayo del peso específico del Agregado Grueso - NTP 400.021



✦ Ensayo del peso unitario del agregado fino - NTP 400.017

Proceso de peso del molde para peso unitario del agregado fino NTP 400.017.



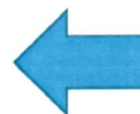


✚ Ensayo del peso Unitario del agregado fino -NTP 400.017



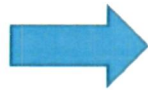
Proceso de compactación del agregado fino en la en el molde.

NTP 400.017.



Compactación del Agregado fino, enrasado y pesado del material compactado + molde.

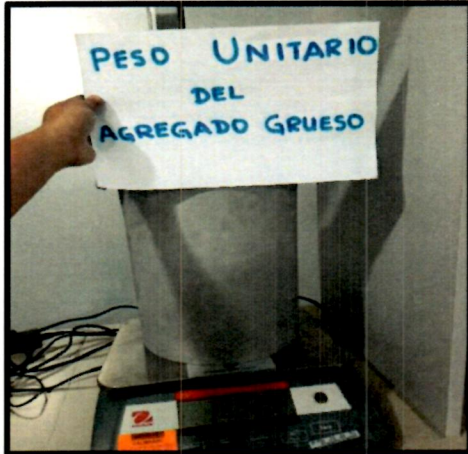
NTP 400.017.



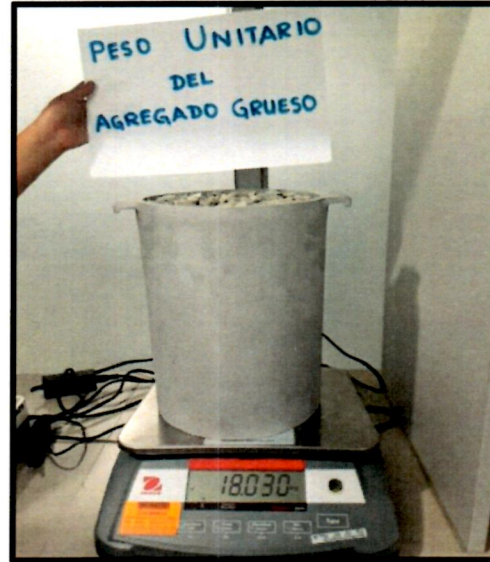
⚡ **Ensayo del Peso Unitario del agregado fino - NTP 00.017.**

Peso del molde y colocación del agregado grueso- NTP 00.017





Compactación del agregado grueso y peso del mismo-NTP 00.017



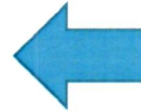
✦ Diseño de mezclas de acuerdo al diseño por probeta





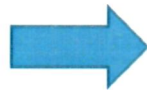
Presentación de materiales para el proceso del diseño de mezcla.

NTP 400.017.



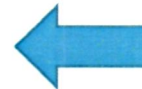
Presentación de materiales para el proceso del diseño de mezcla.

NTP 400.017.



Presentación de la medida del plastificante para mejorar la trabajabilidad de la mezcla del concreto.

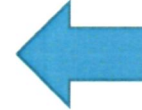
NTP 400.017.





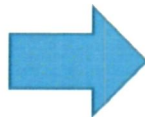
Presentación de materiales para el proceso la mezcla.

NTP 400.017.



Presentación de materiales para el proceso de mezcla.

NTP 400.017.



El diseño de mezcla ha sido colocado en los moldes y luego se enrasa con la varilla para un mejor acabado de la probeta..



✦ Ensayo del cono de Abrams al diseño de mezcla- NTP 339-035.



La mezcla ha sido colocada dentro del cono de Abrams para ver su asentamiento.

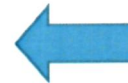
NTP 339.035



✦ Curado de las probetas para la rotura de los 7, 14, 28 y 56 días NTP-339-035.



Las probetas han sido desmoldadas y codificadas.



Se procede al curado de las probetas e agua.





**Anexo 4. Diseño de mezcla de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  – Método ACI-211-1**



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO: F'c= 210 KG/CM2  
 METODO DEL ACI - 211 - 1  
 ESTUDIO DE CANTERA Y DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - CANTERA RIO NARANJILLO**

TESIS	: USO DE DIATAMITA EN EL CONCRETO F'c=210KG/CM EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA , MOYOBAMBA , 2019
UBICACIÓN	: DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA Y REGION SAN MARTIN
TESITAS	: NEIRA HUAMÁN LEIDY DIANA, VÁSQUEZ VELÁSQUEZ ELSA KAROLINA
CANTERAS	: RÍO NARANJILLO - RÍO MAYO
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019

F'c DISEÑO =	: 210 kg/cm2
F. Seguridad	: 85 kg/cm2
R. Promedio	: 295 kg/cm2
<b>CEMENTO</b>	
PORLANT ASTM TIPO I - PACASMAYO	
PESO ESPECIFICO 3.11	PESO UNITARIO 1500 kg/m3
<b>AGUA</b>	
AGUA POTABLE RED PUBLICA - MOYOBAMBA	

AGREGADO FINO (ARENA CANTO RODADO ZARANDEADA)		AGREGADO GRUESO (GRAVA CHANCADA ZARANDEADA)	
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO NARANJILLO	PROCEDENCIA	: CANTERA RIO NARANJILLO
% DE HUMEDAD NATURAL	: 8.43 %	TAMAÑO MAXIMO	: 3/4"
PESO ESPECIFICO	: 2.83 grs./cm3	TAMAÑO MAX. NOMINAL	: 1/2"
% DE ABSORCION	: 1.80 %	% DE HUMEDAD NATURAL	: 1.22 %
PESO UNITARIO SUELTO	: 1358 kg/m3	PESO ESPECIFICO	: 2.42 grs./cm3
PESO UNITARIO VARILLADO	: 1587 kg/m3	% DE ABSORCION	: 0.29 %
MODULO DE FINEZA	: 1	PESO UNITARIO SUELTO	: 1443 kg/m3
		PESO UNITARIO VARILLADO	: 1577 kg/m3

1.- CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO f'cr= 295 kg/cm2	2.- CONSISTENCIA (DE ACUERDO A LA ZONA) 3" - 4" - Plastica
3.- TAMAÑO MAXIMO NOMINAL TMN 1/2"	4.- CALCULO DEL AGUA (TABLA 2) Agua = 205.00 lt/m3
5.- CANTIDAD DE AIRE (TABLA 3) Aire 2.00 %	6.- CALCULO DE LA RELACION A/C (TABLA 4) Rel. A/C = 0.56
7.- CALCULO DE LA REL. A/C POR DURABILIDAD No existe	8.- FACTOR CEMENTO 368.04 kg/m3 8.66 bol/m3
9.- CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO (TABLA 5) A. Grueso 1214.29 kg/m3	10.- CALCULO DEL AGREGADO FINO Agua 0.21 lt/m3 Aire 0.020 m3 Cemento 0.118 m3 A. Grueso 0.502 m3 <b>0.845 m3</b> Volumen Fino 0.155 m3 Peso Agregado Fino 438.33 kg/m3
11.- PROPORCION INICIAL Cemento 368.04 kg/m3 Agua 205.00 lt/m3 Ag. Grueso 1214.29 kg/m3 Ag. Fino 438.33 kg/m3	12.- CORRECCION POR HUMEDAD Ag. Grueso 1229.10 kg/m3 Ag. Fino 475.28 kg/m3 <b>AGUA</b> Ag. Fino 29.06 Ag. Grueso 11.29 Agua Corr. 164.65 lt/m3
13.- PROPORCION FINAL Cemento 368.04 kg/m3 Agua 164.65 lt/m3 Ag. Grueso 1229.10 kg/m3 Ag. Fino 475.28 kg/m3	<b>CANTIDAD DE MATERIALES EN VOLUMEN POR M3 (CORREG. POR HUMEDAD)</b> Cemento 0.245 m3 Agua 0.165 m3 Ag. Grueso 0.852 m3 Ag. Fino 0.350 m3
14.- PROPORCION POR BOLSA (EN PESO) Cemento 1.00 Bolsa Agua 19.01 Lts Ag. Grueso 3.34 Kg Ag. Fino 1.29 Kg	15.- DOSIFICACION EN VOLUMEN CANTIDAD DE MATERIALES POR TANDA (1 BOLSA) Cemento 42.50 Ag. Grueso 141.93 Ag. Fino 54.88
<b>PESO UNITARIO HUMEDO DE LOS AGREGADOS</b> Ag. Fino 41.70 kg/p3 Ag. Grueso 41.36 kg/p3	

DOSIFICACION PARA OBRA F'c = 210 KG/CM2			
PROPORCION EN P3		PROPORCION BALDES (CALCULO CON BALDES DE 20 lts.)	
CEMENTO	42.50 bol	CEMENTO	1 bol
A. GRUESO	3.43 P3	A. GRUESO	4.86 baldes
A. FINO	1.32 P3	A. FINO	1.86 baldes
AGUA	19.01 lts	AGUA	19.01 lts
SLUMP	3" - 4"	SLUMP	3" - 4"

**CALCULO EN PROBETAS**

	Diametro : 15.50 cm	CANTIDAD DE PROBETAS : 3												
	Altura : 30.00 cm													
	Area : 188.69 cm2													
	Volumen (cm3) : 5660.76 cm3													
	Volumen (m3) : 0.00566 m3													
	Desperdicio : 10.00 %													
	Desperdicio : 1.10													
		<table border="1"> <tr> <td>CEMENTO:</td> <td>6.88</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA:</td> <td>3.08</td> <td>lt</td> </tr> <tr> <td>A. GRUESO:</td> <td>22.96</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>A. FINO:</td> <td>8.88</td> <td>kg</td> </tr> </table>	CEMENTO:	6.88	kg	AGUA:	3.08	lt	A. GRUESO:	22.96	kg	A. FINO:	8.88	kg
CEMENTO:	6.88	kg												
AGUA:	3.08	lt												
A. GRUESO:	22.96	kg												
A. FINO:	8.88	kg												



## **Anexo 5. Características físicas de los agregados**

**PROYECTO :** USO DE DIATAMITA EN EL CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA , MOYOBAMBA , 2019

**UBICACIÓN :** PROV : Moyobamba      DIST :Moyobamba  
**SOLICITA :** VELÁSQUEZ  
**MATERIAL :** Arena Guesa (Rio naranjillo)

**LOCALIDAD :--**  
**FECHA :** setiembre 2019

**REALIZADO :** JICHM

**REVISADO**

**CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.**

**1. PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO. (NORMA ASTM C 29)**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	5.303	5.363	5.933	5.968
2. Peso molde	[Kg]	1.668	1.668	1.668	1.668
3. Peso del material	[Kg]	3.635	3.695	4.265	4.300
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1346.00	1369.00	1580.00	1593.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1358.00		1587.00	

**2. PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. (NORMA ASTM C 29)**

**TMN 3/4"**

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.055	18.030	19.250	19.329
2. Peso molde	[Kg]	4.625	4.625	4.625	4.625
3. Peso del material	[Kg]	13.430	13.405	14.625	14.704
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1444.00	1441.00	1573.00	1581.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1443.00		1577.00	





PROYECTO :USO DE DIATAMITA EN EL CONCRETO F´C=210 KG/CM EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA ,  
 MOYOBAMBA , 2019

UBICACION : Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba y Departamento de San Martín.

TESISTA : LEIDY DIANA NEIRA HUAMÁN Y ELSA KAROLINA VÁSQUEZ VELÁSQUEZ

MATERIAL : Agredado Grueso

Fecha : Setiembre del 2019

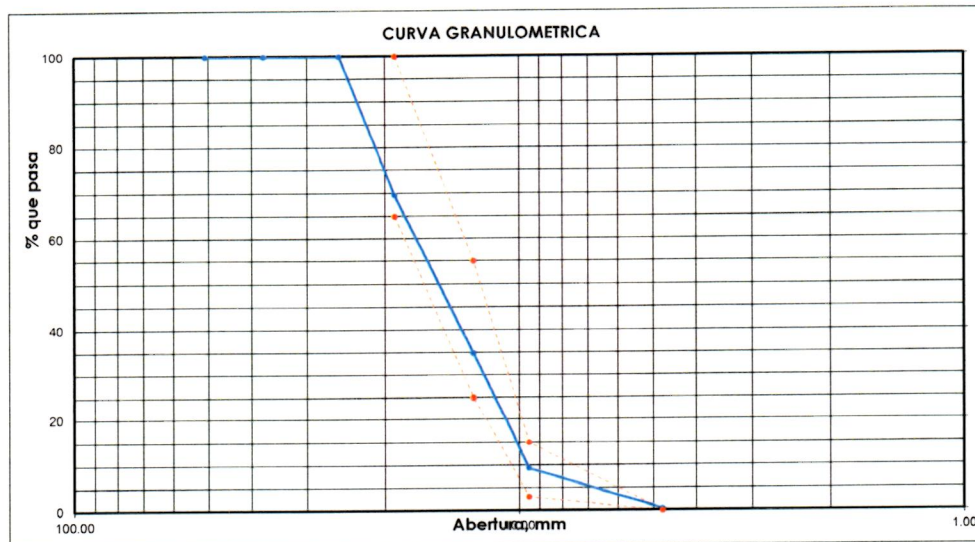
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I. 211

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 3000.00

Mallas	Aberura [mm]	Peso retenid [grs]	Porcent.Ref. [%]	Porcent.Ref. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO 6		Características físicas	
2"	50.800				100.0	100	100	Diámetro nominal máximo.	1/2"
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Módulo de finura.	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	100	85		
3/4"	19.050	912.0	30.4	30.4	69.6	100	65	Peso específico seco (gr/cc)	2.42
1/2"	12.700	1040.0	34.7	65.1	34.9	55	25	Absorción (%)	0.29
3/8"	9.525	766.0	25.5	90.6	9.4	15	3	Humedad (%)	1.22
Nº 4	4.760	269.0	9.0	99.6	0.4	0	0	Peso unitario suelto (Kg/m³)	1443.0
Fondo	0.000	0.08	0.0	99.6	0.4			Peso unitario compactado(Kg/m³)	1577.0



2.0 PESO ESPECIF. Y ABSORC. DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno	[gr] 1000.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr] 1002.9
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr] 589.0
Resultados	Cálculos
4. Peso específico de masa	[gr/cc] 2.42
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc] 2.42
6. Peso específico aparente	[gr/cc] 2.43
7. Porcentaje de absorción	[%] 0.29

3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	30.15
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	119.53
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	118.45
4. Peso Agua, [gr]	1.08
5. Peso Suelo Seco, [gr]	88.30
6. Contenido de Humedad, [%]	1.22

NOTAS



PROYECTO : USO DE DIATAMITA EN EL CONCRETO  $f'c=210$  KG/CM EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA , MOYOBAMBA , 2019

UBICACIÓN : Prov.: SAN MARTIN Dist. : MOYOBAMBA  
 SOLICITA : LEIDY DIANA NEIRA HUAMÁN Y ELSA KAROLINA VÁSQUEZ VELÁSQUEZ  
 MATERIAL :Agregado fino(cantera río naranjillo )  
 REALIZADO : JICHM  
 $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

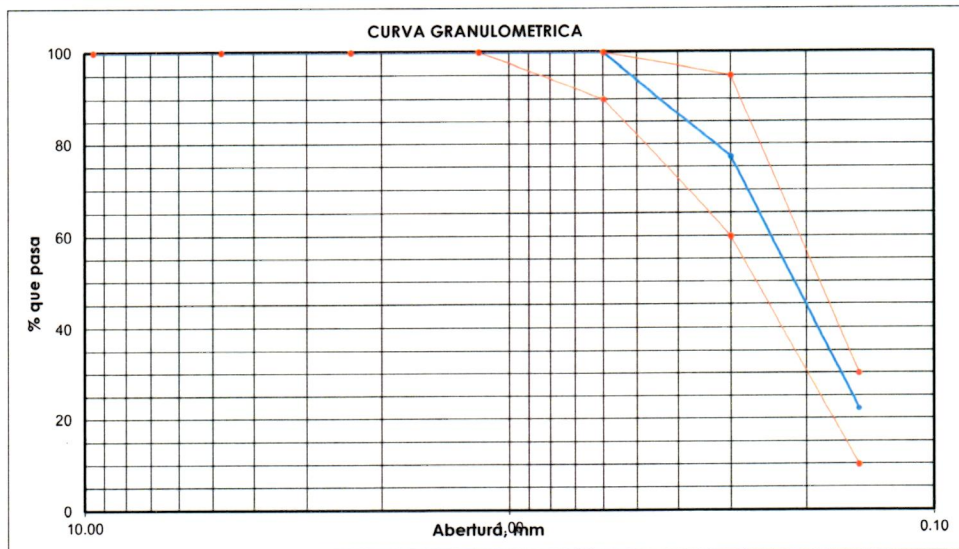
Localidad : ---  
 FECHA : Setiembre de 2019  
 REVISADO :

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(ARENA)

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco. [gr]		1500.00							
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.ret. [%]	Porcent.ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525		0.00	0.00	100.00	100	100	Diámetro nominal máximo.	
Nº 4	4.760	0.04	0.00	0.00	100.00	100	100	Módulo de finura.	1.00
Nº 8	2.360	0.05	0.00	0.00	100.00	100	100		
Nº 16	1.180	0.09	0.00	0.00	100.00	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.83
Nº 30	0.600	0.30	0.00	0.00	100.00	90	100		
Nº 50	0.300	341.00	22.70	22.70	77.30	60	95	Absorción (%)	1.80
Nº 100	0.150	823.00	54.90	77.60	22.40	10	30		
<Nº 100	0.000	120.00	8.00	85.60	14.40	0	0	Humedad (%)	8.43
		1284.48							
								Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1358.0
								Peso unitario compact. (Kg/m <sup>3</sup> )	1587.0



2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento		Cálculos
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr]	989.31
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr]	663.10
3. Peso Agua	[gr]	326.21
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr]	654.28
5. Peso de la fiola Nº 05	[gr]	163.10
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	491.18
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	500.00
8. Volumen del balón	[cc]	500.00
Resultados		Cálculos
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.83
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc]	2.88
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.98
12. Porcentaje de absorción	[%]	1.80

3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

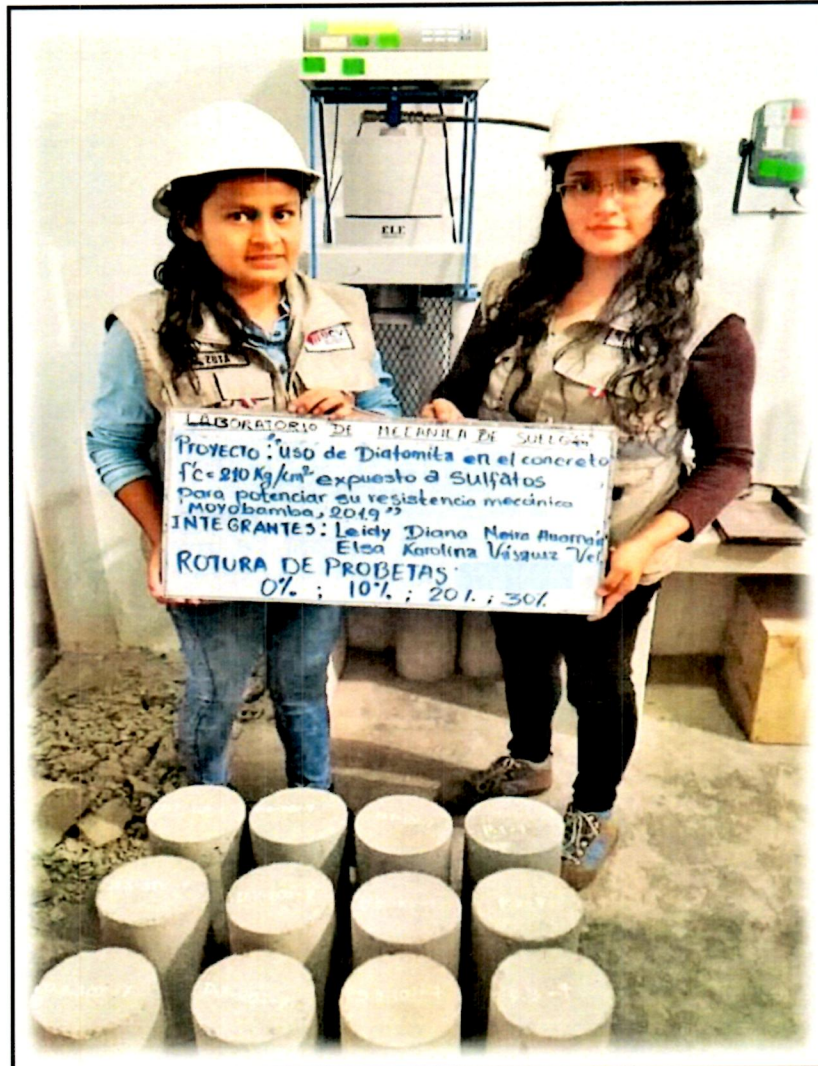
Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	21.21
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	83.11
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	78.30
4. Peso Agua, [gr]	4.81
5. Peso Suelo Seco, [gr]	57.09
6. Contenido de Humedad, [%]	8.43

NOTAS

**Anexo 6. Prueba de resistencia a la compresión de especímenes de concreto (ASTM C-39)**

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (ASTM C- 39)**

PROYECTO: "Uso de diatomita en el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019"



SOLICITA : VÁSQUEZ VELÁSQUEZ ELSA KAROLINA.  
NEIRA HUAMÁN LEIDY DIANA.

DEPARTAMENTO : SAN MARTÍN.

PROVINCIA : MOYOBAMBA.

**MOYOBAMBA - PERÚ**

**2019**



*Wilfredo Valverde Febres*  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE 63359



## PROCESO DE RUPTURA DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

### I. GENERALIDADES.

El ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de concreto (ASTM C - 39), es un método muy utilizado, ya que permite la determinar de la resistencia a la compresión  $f'c$ , de los especímenes de probetas cilíndricas de concreto, moldeados en el laboratorio o en campo de obras civiles y ver si logra la resistencia requerida de acuerdo a la proporciones determinadas en el diseño de mezcla.

### II. OBJETIVO.

El objetivo es determinar y demostrar que los valores obtenidos en el laboratorio de la mezcla de concreto más el incremento de diatomita cumpla y supere con los requerimientos de la resistencia especificada  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , del proyecto según la norma ASTM C-39.

### III. PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECÍMENES DE CONCRETO (ASTM C - 39).

La resistencia a la compresión se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra (ASTM C-192-90a y C-39-93a).

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados de 6" x 12", a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y otros usos similares. (MTC, 2016, p. 789). La rotura de los especímenes se realizó en el laboratorio de la Universidad César Vallejo filial Moyobamba a los 7, 14 y 28 días de edad, respetando en cada momento los valores establecidos en nuestro diseño de mezcla y conservando el SLUMP establecido para este tipo de diseño.

Además se hizo el curado de cuatro probetas en ácido sulfúrico por 10 días para poder demostrar que con la adición de diatomita, el concreto es más resistente ante la acidez que presentan los suelos en Moyobamba.



  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE 03350



### 3.1. Rango permisible del esfuerzo a la compresión.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034), establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, moldeadas con hormigón o de testigos.

Las probetas para ser ensayadas, deben estar sujetas a las tolerancias de tiempo indicadas en la Norma de concreto.

Días	Porcentajes (%)
01	25 - 35
03	42 - 53
07	70 - 85
14	85 - 95
21	95 - 100
28	> 100

Los testigos fueron elaborados teniendo en cuenta y respetando los procedimientos del Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 704.

#### Expresión de los resultados.

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_c = 4 G / \pi d^2$$

Donde:

R<sub>c</sub> : Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>).

G : La carga máxima de rotura en kilogramos (kg).

D : Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros (cm).

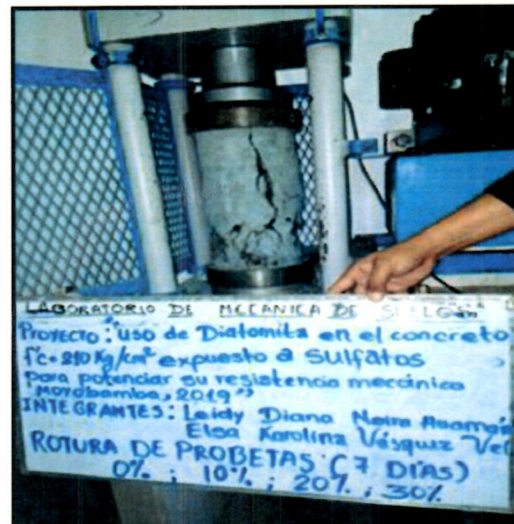
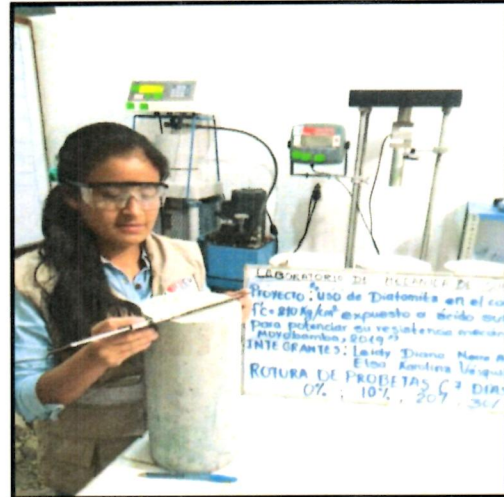
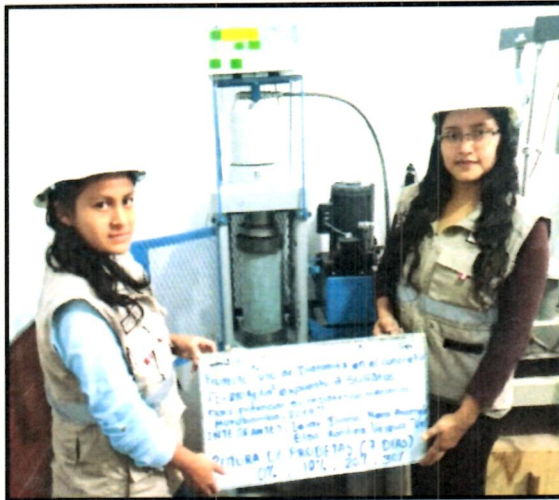


*W. Valverde*  
**Wilfredo Valverde Febres**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 57399  
 CONSULTOR OSCE C.3350



## VISTA PANORÁMICA DE LOS TESTIGOS A ENSAYAR

### ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS



  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C3350



ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS



W.V.S.  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR USCE C3350



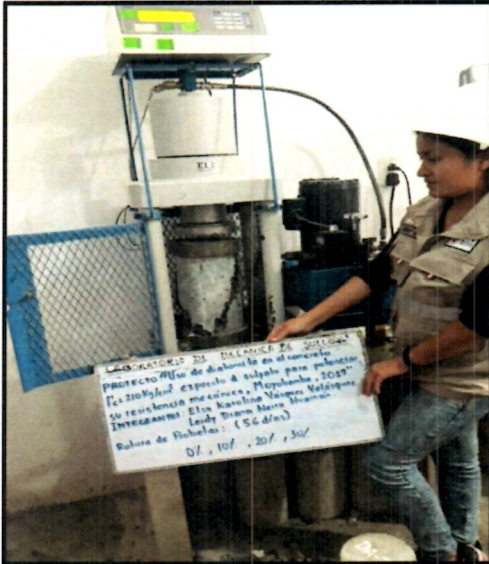
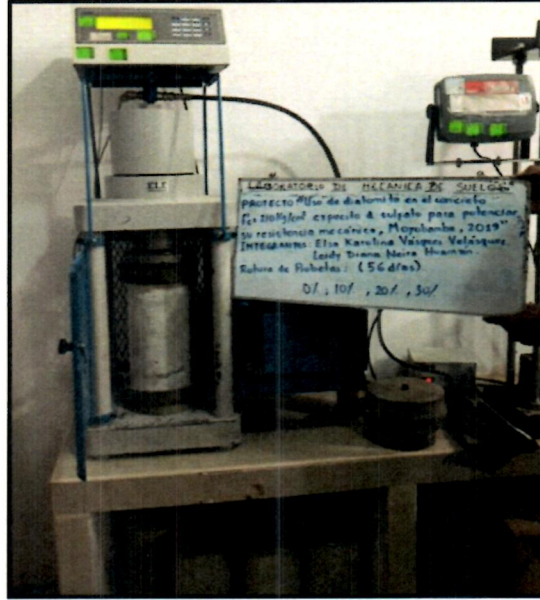
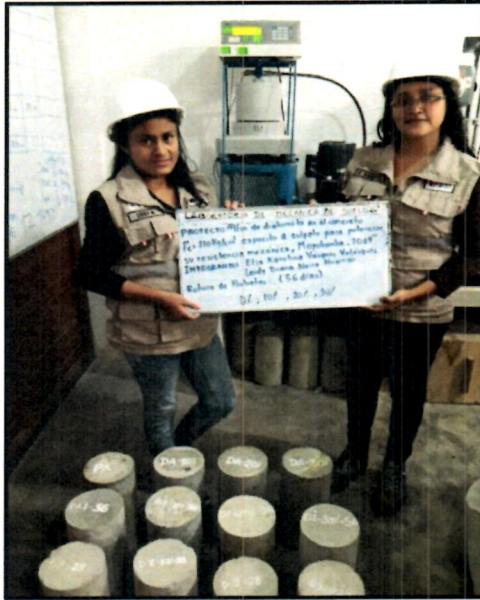
### ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS



*Wilfredo Valverde Febres*  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C.350



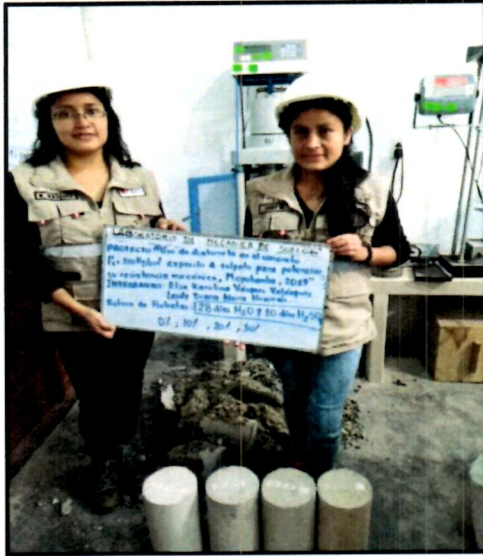
ROTURA DE PROBETAS A LOS 56 DÍAS



Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57388  
CONSULTOR OSCE C3850



ROTURA DE PROBETAS CON H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> A LOS 38 DÍAS



*W. V. Febres*  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57388  
CONSULTOR OSCFC3350



## CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (MTC E-704)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 210 (KG/CM2 )

**FRENTE N° :** ENSAYO A LA COMPRESIÓN - ROTURA DE PROBETAS DE PRUEBA  
**OBRA O TIPO DE ESTRUCTURA:** ROTURA DE PROBETAS A 7, 14, 28 Y 56 DIAS - CONVENCIONAL.  
**SOLICITANTE :** NEIRA HUAMÁN, LEIDY DIANA. / VÁSQUEZ VELÁSQUEZ, ELSA KAROLINA.  
**PROYECTO :** "USO DE DIATOMITA EN EL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA, MOYOBAMBA, 2019"  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA Y DISTRITO DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - PERÚ  
DISEÑO REALIZADO EN LOS AMBIENTES DEL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD - UCV.

CODIGO	ELEMENTO	N° DE PROBETAS	FECHA VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESULTADOS DE LABORATORIO						PROMEDIO	
						DIAM. Cm	AREA. Cm2	CARGA.kgs	DISEÑO fc	RESIST.kg/cm2	%	(%)	(F'c)
P.1-7	PROBETA N°01 - PATRON	1	15/10/2019	22/10/2019	7	15.2	181	33170	210	182.8	87.0	84.04	176.48
P.2-7	PROBETA N°02 - PATRON	2	15/10/2019	22/10/2019		15.1	179	30790	210	171.9	81.9		
P.3-7	PROBETA N°03 - PATRON	3	15/10/2019	22/10/2019		15.2	181	31700	210	174.7	83.2		
P.1-14	PROBETA N°04 - PATRON	13	15/10/2019	29/10/2019	14	15.1	179	35320	210	197.2	93.9	93.60	196.55
P.2-14	PROBETA N°05 - PATRON	14	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	34780	210	191.7	91.3		
P.3-14	PROBETA N°06 - PATRON	15	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	36430	210	200.8	95.6		
P.1-28	PROBETA N°07 - PATRON	25	15/10/2019	12/11/2019	28	15.0	177	41370	210	234.1	111.5	113.33	238.00
P.2-28	PROBETA N°08 - PATRON	26	15/10/2019	12/11/2019		15.2	181	43520	210	239.8	114.2		
P.3-28	PROBETA N°09 - PATRON	27	15/10/2019	12/11/2019		15.1	179	42990	210	240.1	114.3		
P.01-210-0%	PROBETA N°01 - PATRON	1	04/10/2019	29/11/2019	56	15.2	181	56110	210	309.2	147.2	148.17	311.16
P.02-210-0%	PROBETA N°02 - PATRON	2	04/10/2019	29/11/2019		15.1	179	55480	210	309.8	147.5		
P.03-210-0%	PROBETA N°03 - PATRON	3	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	57060	210	314.5	149.7		

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados teniendo en cuenta y respetando los procedimientos del Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 704.  
La resistencia a la compresión se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra (ASTM C-192-90a y C-39-93a).  
Los testigos fueron proporcionados por el solicitante y se procedió a la rotura en presencia de la supervisión.

**DESCRIPCION DEL EQUIPO:**

Marcas / Modelo de Prensa: ELE INTERNACIONAL ADR / 36-0650/06  
Indicador Digital: TM. / Serie Nº 1866-1-3415  
Serie de Prensa: Nº 80300015  
Capacidad Prensa: RANGO 0 - 120 000 Kg  
Bomba Hidráulica: Eléctrica  
Certificado de Calibración: LPP 132-2019 - PUNTO DE PRECISION S.A.C. (25/03/2019)



*W. J. J.*  
Ing. Wilfredo Valverde Febrés  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57394  
CONSULTOR Ing. Wilfredo Febrés Control de Calidad





## CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (MTC E-704)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 210 (KG/CM2)

**FRENTE N° :** ENSAYO A LA COMPRESIÓN - ROTURA DE PROBETAS DE PRUEBA

**OBRA O TIPO DE ESTRUCTURA:** ROTURA DE PROBETAS A 7, 14, 28 Y 56 DIAS - CON 10% DE DIATOMITA.

**SOLICITANTE :** NEIRA HUAMÁN, LEIDY DIANA. / VÁSQUEZ VELÁSQUEZ, ELSA KAROLINA.

**PROYECTO:** "USO DE DIATOMITA EN EL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA, MOYOBAMBA, 2019"

**UBICACIÓN:** PROVINCIA Y DISTRITO DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - PERÚ

**DISEÑO REALIZADO EN LOS AMBIENTES DEL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD - UCV.**

CODIGO	ELEMENTO	N° DE PROBETAS	FECHA VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESULTADOS DE LABORATORIO				PROMEDIO		
						DIAM. Cm	AREA. Cm2	CARGA.kgs	DISEÑO fc	RESIST.kg/cm2	%	(%)
D.1 - 10% - 7	PROBETA N°01 - 10% DIATOMITA	4	15/10/2019	22/10/2019		15.1	179	34810	210	194.4	92.6	
D.2 - 10% - 7	PROBETA N°02 - 10% DIATOMITA	5	15/10/2019	22/10/2019	7	15.1	179	35140	210	196.2	93.4	198.65
D.3 - 10% - 7	PROBETA N°03 - 10% DIATOMITA	6	15/10/2019	22/10/2019		15.2	181	37260	210	205.3	97.8	
D.1 - 10% - 14	PROBETA N°04 - 10% DIATOMITA	16	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	44010	210	242.5	115.5	
D.2 - 10% - 14	PROBETA N°05 - 10% DIATOMITA	17	15/10/2019	29/10/2019	14	15.1	179	42190	210	235.6	112.2	242.54
D.3 - 10% - 14	PROBETA N°06 - 10% DIATOMITA	18	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	45270	210	249.5	118.8	
D.1 - 10% - 28	PROBETA N°07 - 10% DIATOMITA	28	15/10/2019	12/11/2019		15.2	181	52370	210	288.6	137.4	
D.2 - 10% - 28	PROBETA N°08 - 10% DIATOMITA	29	15/10/2019	12/11/2019	28	15.2	181	51880	210	285.9	136.1	284.83
D.3 - 10% - 28	PROBETA N°09 - 10% DIATOMITA	30	15/10/2019	12/11/2019		15.1	179	50140	210	280.0	133.3	
P. 04-210-10%	PROBETA N°04 - PATRON	4	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	62320	210	343.4	163.5	
P. 05-210-10%	PROBETA N°05 - PATRON	5	04/10/2019	29/11/2019	56	15.2	181	61880	210	341.0	162.4	342.17
P. 06-210-10%	PROBETA N°06 - PATRON	6	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	62070	210	342.1	162.9	

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados teniendo en cuenta y respetando los procedimientos del Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 704.

La resistencia a la compresión se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra (ASTM C-192-90a y C-39-93a).

Los testigos fueron proporcionados por el solicitante y se procedió a la rotura en presencia de la supervisión.

**DESCRIPCION DEL EQUIPO:**

Marca / Modelo de Prensa:

Serie de Prensa:

Capacidad Prensa:

ELE INTERNATIONAL ADR / 36-0650/06

NP 803000015

RANGO 0 - 120 000 Kg

Indicador Digital: TM. / Serie NP 1886-1-3415

Bomba Hidráulica: Eléctrica

Certificado de Calibración: LFP 132-2019 - PUNTO DE PRECISION S.A.C. (25/03/2019)



*W. Vásquez Velásquez*

**Wilfredo Valverde Febres**

INGENIERO CIVIL

CIP. 57389

CONSULTOR JOSCE G3359

Ing. Civil Jefe de Control de Calidad



## CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (MTC E-704)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 210 (KG/CM2)

**FRENTE N° :** ENSAYO A LA COMPRESIÓN - ROTURA DE PROBETAS DE PRUEBA  
**OBRA O TIPO DE ESTRUCTURA:** ROTURA DE PROBETAS A 7, 14, 28 Y 56 DIAS - CON 20% DE DIATOMITA.  
**SOLICITANTE :** NEIRA HUAMÁN, LEIDY DIANA. / VÁSQUEZ VELÁSQUEZ, ELSA KAROLINA.  
**PROYECTO:** "USO DE DIATOMITA EN EL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA, MOYOBAMBA, 2019"  
**UBICACIÓN:** PROVINCIA Y DISTRITO DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - PERÚ  
DISEÑO REALIZADO EN LOS AMBIENTES DEL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD - UCV.

CODIGO	ELEMENTO	N° DE PROBETAS	FECHA VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESULTADOS DE LABORATORIO					PROMEDIO	
						DIAM. Cm	AREA. Cm2	CARGA.kgs	DISEÑO Fc	RESIST.kg/cm2	%	(%)
D.1 - 20% - 7	PROBETA N°01 - 20% DIATOMITA	7	15/10/2019	22/10/2019	7	15.2	181	30010	210	165.4	78.8	167.66
D.2 - 20% - 7	PROBETA N°02 - 20% DIATOMITA	8	15/10/2019	22/10/2019		15.2	181	31110	210	171.4	81.6	
D.3 - 20% - 7	PROBETA N°03 - 20% DIATOMITA	9	15/10/2019	22/10/2019		15.2	181	30150	210	166.2	79.1	
D.1 - 20% - 14	PROBETA N°04 - 20% DIATOMITA	19	15/10/2019	29/10/2019	14	15.2	181	32180	210	177.3	84.4	178.42
D.2 - 20% - 14	PROBETA N°05 - 20% DIATOMITA	20	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	32340	210	178.2	84.9	
D.3 - 20% - 14	PROBETA N°06 - 20% DIATOMITA	21	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	32610	210	179.7	85.6	
D.1 - 20% - 28	PROBETA N°07 - 20% DIATOMITA	31	15/10/2019	12/11/2019	28	15.2	181	40020	210	220.5	105.0	223.06
D.2 - 20% - 28	PROBETA N°08 - 20% DIATOMITA	32	15/10/2019	12/11/2019		15.2	181	41260	210	227.4	108.3	
D.3 - 20% - 28	PROBETA N°09 - 20% DIATOMITA	33	15/10/2019	12/11/2019		15.2	181	40150	210	221.3	105.4	
D.1 - 20% - 56	PROBETA N°07 - PATRON	7	04/10/2019	29/11/2019	56	15.2	181	43330	210	238.8	113.7	238.81
D.2 - 20% - 56	PROBETA N°08 - PATRON	8	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	42720	210	235.4	112.1	
D.3 - 20% - 56	PROBETA N°09 - PATRON	9	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	43950	210	242.2	115.3	

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados teniendo en cuenta y respetando los procedimientos del Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 704.  
La resistencia a la compresión se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra (ASTM C-192-90a y C-39-93a).  
Los testigos fueron proporcionados por el solicitante y se procedió a la rotura en presencia de la supervisión.

**DESCRIPCION DEL EQUIPO:**

Marcas / Modelo de Prensa: ELE INTERNACIONAL ADR / 36-0650/06  
Indicador Digital: TM. / Serie Nº 1886-1-3415  
Serie de Prensa: Nº 803000015  
Bombas Hidráulicas: Eléctrica  
Capacidad Prensa: RANGO 0 - 120 000 Kg  
Certificado de Calibración: LPP 132-2019 - PUNTO DE PRECISION S.A.C. (25/03/2019)



*W. Vásquez*  
**Wilfredo Vásquez de Febrés**  
INGENIERO CIVIL  
CAP. 57389  
CONSULTOR OSCE C13350  
Ing. Civil Jefe de Control de Calidad



## CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (MTC E-704)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 210 (KG/CM2 )

**FRENTE N° :** ENSAYO A LA COMPRESIÓN - ROTURA DE PROBETAS DE PRUEBA

**OBRA O TIPO DE ESTRUCTURA:** ROTURA DE PROBETAS A 7, 14, 28 Y 56 DIAS - CON 30% DE DIATOMITA.

**SOLICITANTE :** NEIRA HUAMÁN, LEIDY DIANA. / VÁSQUEZ VELÁSQUEZ, ELSA KAROLINA.

**PROYECTO :** "USO DE DIATOMITA EN EL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA, MOYOBAMBA, 2019"

**UBICACIÓN:** PROVINCIA Y DISTRITO DE MOYOBAMBA – DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN – PERÚ

**DISEÑO REALIZADO EN LOS AMBIENTES DEL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD - UCY.**

CODIGO	ELEMENTO	N° DE PROBETAS	FECHA VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESULTADOS DE LABORATORIO					PROMEDIO	
						DIAM. Cm	AREA. Cm2	CARGA.kgs	DISEÑO fc	RESIST.kg/cm2	%	(%)
D.1 - 30% - 7	PROBETA N°01 - 30% DIATOMITA	10	15/10/2019	22/10/2019	7	15.2	181	23100	210	127.3	60.6	127.77
D.2 - 30% - 7	PROBETA N°02 - 30% DIATOMITA	11	15/10/2019	22/10/2019		15.2	181	24020	210	132.4	63.0	
D.3 - 30% - 7	PROBETA N°03 - 30% DIATOMITA	12	15/10/2019	22/10/2019		15.1	179	22140	210	123.6	58.9	
D.1 - 30% - 14	PROBETA N°04 - 30% DIATOMITA	22	15/10/2019	29/10/2019	14	15.2	181	27040	210	149.0	71.0	150.85
D.2 - 30% - 14	PROBETA N°05 - 30% DIATOMITA	23	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	26750	210	147.4	70.2	
D.3 - 30% - 14	PROBETA N°06 - 30% DIATOMITA	24	15/10/2019	29/10/2019		15.2	181	28330	210	156.1	74.3	
D.1 - 30% - 28	PROBETA N°07 - 30% DIATOMITA	34	15/10/2019	12/11/2019	28	15.2	181	31250	210	172.2	82.0	172.33
D.2 - 30% - 28	PROBETA N°08 - 30% DIATOMITA	35	15/10/2019	12/11/2019		15.1	179	30980	210	173.0	82.4	
D.3 - 30% - 28	PROBETA N°09 - 30% DIATOMITA	36	15/10/2019	12/11/2019		15.2	181	31170	210	171.8	81.8	
D.1 - 30% - 56	PROBETA N°10 - PATRON	10	04/10/2019	29/11/2019	56	15.2	181	36570	210	201.5	96.0	198.41
D.2 - 30% - 56	PROBETA N°11 - PATRON	11	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	35160	210	193.8	92.3	
D.3 - 30% - 56	PROBETA N°12 - PATRON	12	04/10/2019	29/11/2019		15.2	181	36280	210	199.9	95.2	

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados teniendo en cuenta y respetando los procedimientos del Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 704.

La resistencia a la compresión se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra norma (ASTM C-192-90a y C-39-93a).

Los testigos fueron proporcionados por el solicitante y se procedió a la rotura en presencia de las solicitantes, como se muestra en el panel fotográfico.

**DESCRIPCION DEL EQUIPO:**

Marca / Modelo de Prensa: EIE INTERNATIONAL ADR / 36-0650/06

Serie de Prensa: N° 803000015

Capacidad Prensa: RANGO 0 - 120.000 Kg

Indicador Digital: TM. / Serie N° 1886-1-3415

Bomba Hidráulica: Eléctrica

Certificado de Calibración: LPP 132-2019 - PUNTO DE PRECISION S.A.C. (25/03/2019)



*W. V. S.*  
**Wilfredo Valverde Febrés**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 57398



Comité Científico de Control de Calidad

## CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO (MTC E-704)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 210 (KG/CM2)

**FRENTE N°:** ENSAYO A LA COMPRESIÓN - ROTURA DE PROBETAS DE PRUEBA  
**OBRA O TIPO DE ESTRUCTURA:** ROTURA DE PROBETAS A 28 DIAS CURADO EN AGUA Y 10 DIAS CURADO EN ACIDO SULFÚRICO  
**SOLICITANTE:** NEIRA HUAMÁN, LEIDY DIANA. / VÁSQUEZ VELÁSQUEZ, ELSA KAROLINA.  
**PROYECTO:** "USO DE DIATOMITA EN EL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 EXPUESTO A SULFATO PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECÁNICA, MOYOBAMBA, 2019"  
PROVINCIA Y DISTRITO DE MOYOBAMBA - DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN - PERÚ  
**UBICACIÓN:** DISEÑO REALIZADO EN LOS AMBIENTES DEL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD - UCV.

CODIGO	ELEMENTO	N° DE PROBETAS	FECHA VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAS	RESULTADOS DE LABORATORIO				PROMEDIO		
						DIAM. Cm	AREA. Cm2	CARGA. kgs	DISEÑO fc	RESIST. kg/cm2	%	(%)
PA.1 - 38	PROBETA N°01 - PATRON	1	22/10/2019	29/11/2019	38	15.2	181	39220	210	216.1	102.9	214.54
PA.2 - 38	PROBETA N°02 - PATRON	2	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	38560	210	212.5	101.2	
PA.3 - 38	PROBETA N°03 - PATRON	3	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	39010	210	215.0	102.4	
DA.1 -10%-38	PROBETA N°04	4	22/10/2019	29/11/2019	38	15.2	181	54030	210	297.8	141.8	295.11
DA.2 -10%-38	PROBETA N°05	5	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	53010	210	292.1	139.1	
DA.3 -10%-38	PROBETA N°06	6	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	53610	210	295.4	140.7	
DA.1 -20%-38	PROBETA N°07	7	22/10/2019	29/11/2019	38	15.2	181	38710	210	213.3	101.6	210.41
DA.2 -20%-38	PROBETA N°08	8	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	37790	210	208.3	99.2	
DA.3 -20%-38	PROBETA N°09	9	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	38040	210	209.6	99.8	
DA.1 -30%-38	PROBETA N°10	10	22/10/2019	29/11/2019	38	15.2	181	28120	210	155.0	73.8	155.32
DA.2 -30%-38	PROBETA N°11	11	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	28180	210	155.3	74.0	
DA.3 -30%-38	PROBETA N°12	12	22/10/2019	29/11/2019		15.2	181	28250	210	155.7	74.1	

**Observaciones:** Los testigos fueron elaborados teniendo en cuenta y respetando los procedimientos del Manual de Ensayo de Materiales del MTC vigente, norma MTC E 704.  
La resistencia a la compresión se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra (ASTM C-192-90a y C-39-93a).  
Los testigos fueron proporcionados por el solicitante y se procedió a la rotura en presencia de la supervisión.

**DESCRIPCION DEL EQUIPO:**

Marca / Modelo de Prensa: ELE INTERNATIONAL ADR / 36-0650/06  
Indicador Digital: TM. / Serie N°: 1886-1-3415  
Serie de Prensa: N° 80300015  
Capacidad Prensa: RANGO 0 - 120 000 Kg  
Bomba Hidráulica: Eléctrica  
Certificado de Calibración: LFP 132-2019 - PUNTO DE PRECISIÓN (2019)



*W. V. S.*  
**Wifredo Valverde Febrés**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57308  
CONSULTOR OSCE C3360

Ing. Civil Jefe de Control de Calidad

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



.....  
*Wilfredo Valverde Febres*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C3350



PROYECTO: "USO DE DIATOMITA EN EL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2, EXPUESTOS A SULFATOS PARA POTENCIAR SU RESISTENCIA MECANICA, MOYOBAMBA, 2019"





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 245 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : T 172-2019  
 Fecha de Emisión : 2019-03-25

**1. Solicitante** : CONSULTORES Y CONSTRUCTORA J & J S. A. C.  
 Dirección : JR. CALLAO NRO. 913 - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : OHAUS  
 Modelo : EB30  
 Número de Serie : 8033071748  
 Alcance de Indicación : 30 kg  
 División de Escala de Verificación ( e ) : 0,01 kg  
 División de Escala Real (d) : 0,001 kg  
 Procedencia : CHINA  
 Identificación : NO INDICA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Fecha de Calibración : 2019-03-20

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de CONSULTORES Y CONSTRUCTORA J & J S. A. C.  
 JR. CALLAO NRO. 913 - MOYOBAMBA - SAN MARTIN



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

*Wilfredo Valverde Febres*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 57399  
 CONSULTOR OSCE C3350





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LB - 245 - 2019

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	73 %	74 %

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-093-2018 / LM-094-2018
		LM-095-2018

## 7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 15,000 kg			Carga L2= 30,000 kg		
	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	I(kg)	ΔL(g)	E(g)
1	15,000	0,6	-0,1	30,000	0,6	-0,1
2	15,001	0,8	0,7	30,001	0,8	0,7
3	15,000	0,9	-0,4	30,000	0,9	-0,4
4	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,7	-0,2
5	15,000	0,6	-0,1	30,001	0,8	0,7
6	15,001	0,7	0,8	30,000	0,9	-0,4
7	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,6	-0,1
8	15,000	0,9	-0,4	30,001	0,7	0,8
9	15,001	0,7	0,8	30,001	0,8	0,7
10	15,000	0,8	-0,3	30,000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			1,2	1,2		
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		

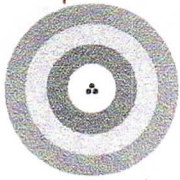


Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP Nº 152631

*Wilfredo Valverde Febres*  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C3359







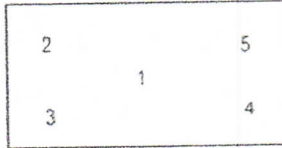
Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 245 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (kg)	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación del Error corregido					
		l(kg)	ΔL(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
		Temp. (°C)			Inicial	Final				
					21,3	21,3				
1	0,010	0,010	0,9	-0,4	10,000	10,000	0,6	-0,1	0,3	
2		0,010	0,6	-0,1		10,001	0,8	0,7	0,8	
3		0,010	0,8	-0,3		10,000	0,7	-0,2	0,1	
4		0,010	0,7	-0,2		10,001	0,6	0,9	1,1	
5		0,010	0,8	-0,3		10,000	0,7	-0,2	0,1	
Error máximo permitido : ± 20 g										

(\*) valor entre 0 y 10 e

### ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	
0,010	0,010	0,6	-0,1						10
0,020	0,020	0,8	-0,3	-0,2	0,020	0,7	-0,2	-0,1	10
0,100	0,100	0,7	-0,2	-0,1	0,100	0,8	-0,3	-0,2	10
0,500	0,500	0,6	-0,1	0,0	0,500	0,6	-0,1	0,0	10
1,000	1,000	0,8	-0,3	-0,2	1,000	0,9	-0,4	-0,3	10
5,000	5,000	0,7	-0,2	-0,1	5,000	0,7	-0,2	-0,1	10
10,000	10,001	0,6	0,9	1,0	10,000	0,6	-0,1	0,0	20
15,000	15,000	0,8	-0,3	-0,2	15,000	0,8	-0,3	-0,2	20
20,000	20,000	0,9	-0,4	-0,3	20,001	0,6	0,9	1,0	20
25,000	25,000	0,7	-0,2	-0,1	25,000	0,8	-0,3	-0,2	30
30,000	30,001	0,6	0,9	1,0	30,001	0,6	0,9	1,0	30

(\*\*) error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,0000120 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,000000583 \text{ kg}^2 + 0,0000000295 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en kg

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

*Wilfredo Valverde Febres*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C3350





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 132 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : T 172-2019  
Fecha de emisión : 2019-03-25

1. Solicitante : CONSULTORES Y CONSTRUCTORA J & J S. A. C.  
Dirección : JR. CALLAO NRO. 913 - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Prensa : 36-0650/06  
Serie de Prensa : 0803000015  
Capacidad de Prensa : 100 t  
Marca de indicador : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Indicador : ADR  
Serie de Indicador : 1886-1-3415  
Marca de Transductor : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Transductor : NO INDICA  
Serie de Transductor : 12136  
Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE CONSULTORES Y CONSTRUCTORA J & J S. A. C.  
20 - MARZO - 2019

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

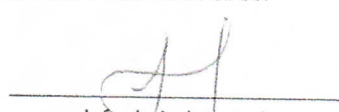
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,8	24,7
Humedad %	77	77

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

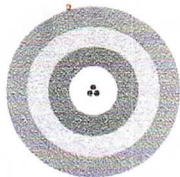
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

  
Wilfredo Valverde Febres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C.3358





# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 132 - 2019

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9979	9974	0,21	0,26	9976,5	0,24	0,05
20000	19949	19951	0,26	0,25	19950,0	0,25	-0,01
30000	29976	29985	0,08	0,05	29980,5	0,07	-0,03
40000	39971	39974	0,07	0,07	39972,5	0,07	-0,01
50000	50021	50043	-0,04	-0,09	50032,0	-0,06	-0,04
60000	60016	60025	-0,03	-0,04	60020,5	-0,03	-0,02
70000	70036	70043	-0,05	-0,06	70039,5	-0,06	-0,01

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación :       $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9986x + 58,518$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

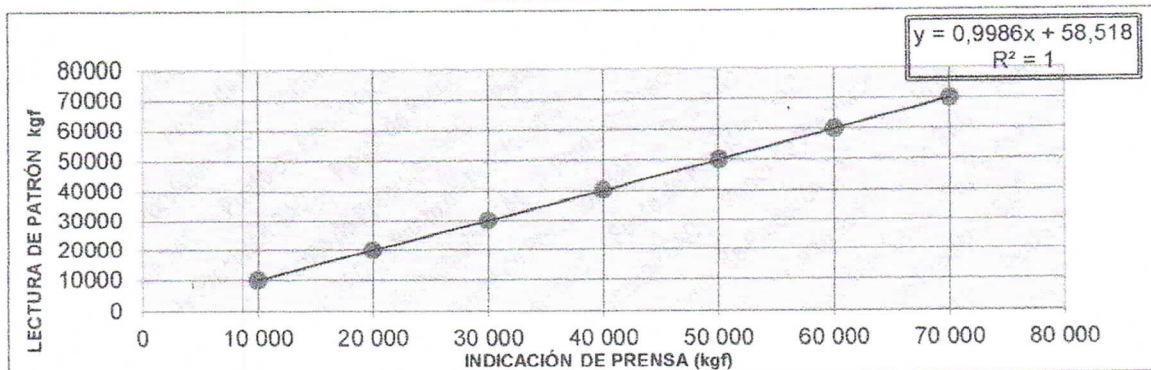
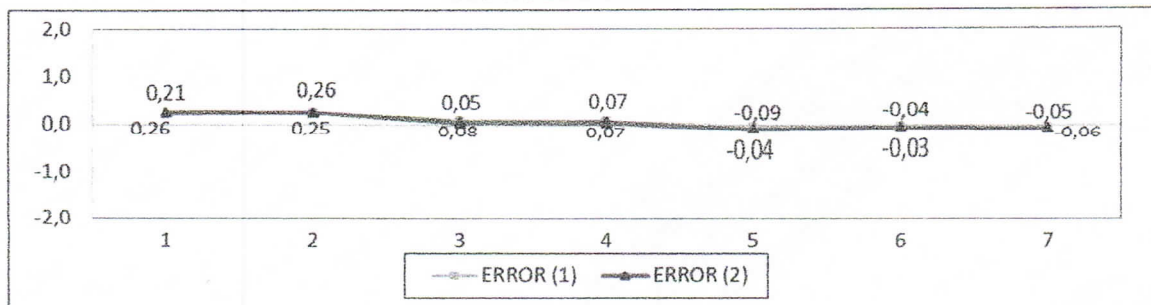


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

*Wilfredo Valverde Febres*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 57399  
CONSULTOR OSCE C.3350



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

**Anexo 7. Medición del pH del agua.**



## MEDICIÓN DEL PH DEL AGUA

PROYECTO: “Uso de diatomita en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”



**Autoras:**

**Elsa Karolina Vásquez Velásquez**

**Leidy Diana Neira Huamán**

**Moyobamba – Perú**

**2019**





## MEDICIÓN DEL PH DEL AGUA

### I. GENERALIDADES.

Mediante solicitud de las tesisistas Elsa Karolina Vásquez Velásquez y Leidy Diana Neira Huamán, se ha procedido a la medición del agua potable para el curado de las probetas de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para el proyecto: “Uso de diatomita en el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019”.

Para poder realizar el curado de las probetas se empezó midiendo el pH del agua potable de consumo, el cual contiene 7.27 de acidez. Lo cual para aumentar su acidez en promedio de 3.6, se adicionó el ácido sulfúrico y con la ayuda del peachimetro se logró medir la acidez requerida.

Para la elaboración del informe técnico final se ha contado con los resultados de los ensayos de Laboratorio de la Universidad César Vallejo, cumpliendo con las especificaciones solicitadas por el laboratorio con la finalidad de que el diseño se elabore en base al requerimiento del proyecto.

### II. TRABAJO REALIZADO.

El presente trabajo de ensayo de medición del Ph del agua potable de la ciudad de Moyobamba se realizó en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, logrando un deterioro de las probetas de concreto con una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con la finalidad de demostrar que la acidez del suelo deteriora a las estructuras.

### III. UBICACIÓN.

El lugar donde se ha realizado el ensayo de medición a las probetas obtenidas para la respectiva simulación se ubica en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo ubicada el Jirón San Martín.



#### IV. OBJETIVO.

El objetivo es proporcionar información técnica del pH realizado al agua para la demostración que la acidez del suelo afecta a las diversas estructuras confortables del proyecto mencionado.

#### V. INSTRUMENTOS Y MATERIALES UTILIZADOS PARA MEDICIÓN DEL PH DEL AGUA.

Vaso precipitado

Peachímetro de mesa

Pipetas

Agua (H<sub>2</sub>O)

Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

#### VI. CONCLUSIÓN.

Se sumergió cuatro probetas en una solución de ácido sulfúrico al 1%, haciendo un cálculo mediante el uso del peachímetro; en 1000ml de agua se agregó 10ml. de ácido sulfúrico. En total se usó 400 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para 40 litros de agua, en el cual fueron sumergidas las 4 probetas de concreto para el ensayo.

#### VII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda usar otros tipos de ácidos como, el ácido clorhídrico (HCl), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) o ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>); debido a que el ácido sulfúrico usado en la presente investigación presentó restricciones en cuanto a su adquisición, es por ello que recomendamos usar cualquier otro tipo.

#### VIII. MATERIALES BÁSICOS.

Los materiales son los elementos principales para el desarrollo de la tesis, por lo que se tendrá que tener mucho cuidado para la manipulación de los materiales, y cumplir con la normativa técnica peruana.





- ✦ **Agua:** el uso de agua será íntegramente potable, si en el caso de que no se utilice agua potable se deberá verificar la acidez de agua y propiedades químicas a fin de analizar que no pueda tener sustancias nocivas para el concreto.
- ✦ **Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ),** es uno de los compuestos químicos más famosos popularmente hablando, debido a su alto poder corrosivo que es el compuesto de la química más producido a nivel mundial, pues tiene infinidad de usos.
- ✦ **Dosificación:** Se usó 1% de  $H_2SO_4$ , por cada litro de agua, para llegar a un pH de 0.89 de acidez, y para lograr estabilizar el pH se deja reposar 15 minutos para luego tomar el control.

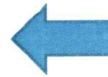




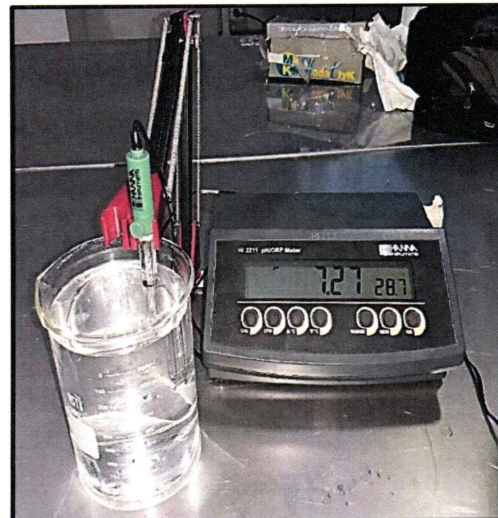
ANEXOS



Recolección y medición del pH del agua en el laboratorio de la Universidad César Vallejo – Moyobamba.

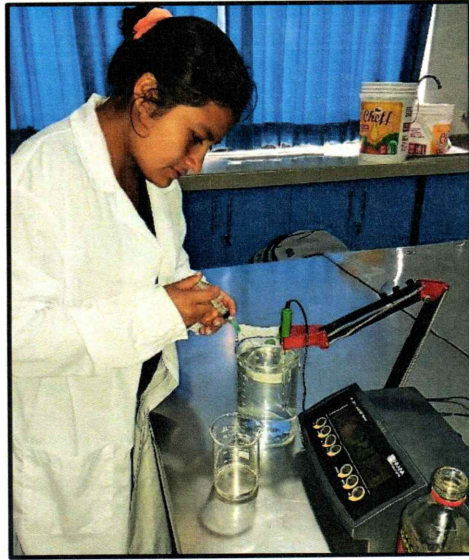


Medida del pH en 1000 mililitros de agua potable en el Vaso precipitado.

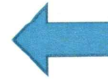


Medida del **Ácido Sulfúrico** ( $H_2SO_4$ ), en el Vaso precipitado en el laboratorio de la Universidad César Vallejo – Moyobamba.

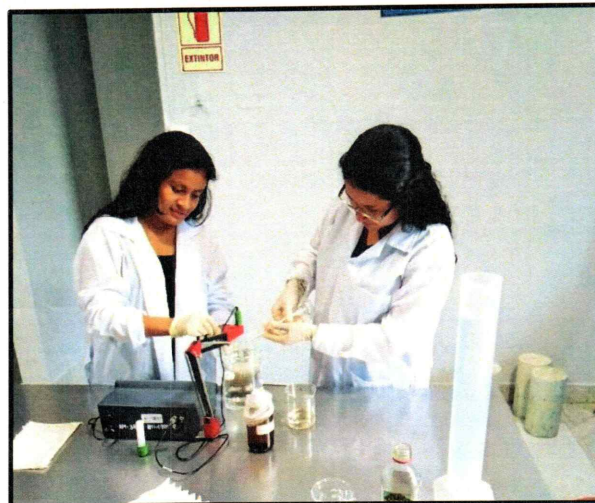
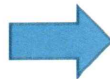




Incremento del ácido sulfúrico con jeringa al Vaso precipitado en un litro de agua en el laboratorio de la Universidad César Vallejo – Moyobamba.



Incremento del ácido sulfúrico al agua y el uso de peachimetro en el laboratorio.

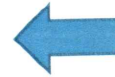


Medición del ácido sulfúrico con peachimetro en el laboratorio de la Universidad.

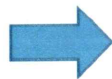




Medición lista del ácido sulfúrico para el curado de 10 días a la probeta patrón, con 10%, 20% y 30% de diatomita.



Nivel óptimo de acidez para el respectivo curado de las probetas con adición de diatomita.



Curado de las probetas en baldes con ácido sulfúrico después de los 10 días.

Universidad César Vallejo – Moyobamba.

