



Tabla 35. Diseño del mortero experimental con 15 % de residuos de mármol

| Mortero $f'c=175$ kg/cm², con 15 % de residuos de mármol | | |
|---|------------|------|
| Proporciones | | |
| Cemento | Agregado | Agua |
| 1 | 2.43 | 0.48 |
| Cantidades | | |
| Cemento | 493 kg | |
| Residuos de mármol | 87 kg | |
| Agregado Cunyac (70%) | 987.64 kg | |
| Agregado Vicho (30%) | 423.27 kg | |
| Agua | 278.18 Lts | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Diseño del mortero experimental con 20 % de residuos de mármol

| Mortero $f'c=175$ kg/cm², con 20 % de residuos de mármol | | |
|---|------------|------|
| Proporciones | | |
| Cemento | Agregado | Agua |
| 1 | 2.43 | 0.48 |
| Cantidades | | |
| Cemento | 464 kg | |
| Residuos de mármol | 116 kg | |
| Agregado Cunyac (70%) | 987.64 kg | |
| Agregado Vicho (30%) | 423.27 kg | |
| Agua | 278.18 Lts | |

Fuente: Elaboración propia



3.5.3.1.12. Costos de producción del mortero

a) Mortero patrón

Tabla 37. Costo de mortero patrón por m3

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio s/. | Parcial s/. |
|------------------------------|--------|----------|------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Cemento | m3 | 0.2035 | 8.550 | 1.7399 |
| Agregado de Cunyac (70%) | m3 | 0.3465 | 49.200 | 17.0478 |
| Agregado de Vicho (30%) | m3 | 0.1485 | 49.200 | 7.3062 |
| Agua | m3 | 0.3020 | 1.200 | 0.3624 |
| Equipos | | | | |
| Herramientas Manuales | | | | |
| Nivel de mano | und. | 1.0000 | 6.000 | 6.0000 |
| Batea | und. | 1.0000 | 10.000 | 10.0000 |
| Badilejo | und. | 1.0000 | 4.500 | 4.5000 |
| Precio total s/. | | | | 46.96 |

Fuente: Elaboración propia

b) Mortero experimental al 10%

Tabla 38. Costo de mortero Experimental (10% de residuos de mármol) por m3

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio s/. | Parcial s/. |
|------------------------------|--------|----------|------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Cemento | m3 | 0.1832 | 8.550 | 1.5659 |
| Residuos de mármol | m3 | 0.0204 | 0.000 | 0.0000 |
| Agregado de Cunyac (70%) | m3 | 0.3465 | 49.200 | 17.0478 |
| Agregado de Vicho (30%) | m3 | 0.1485 | 49.200 | 7.3062 |
| Agua | m3 | 0.3020 | 1.200 | 0.3624 |
| Equipos | | | | |
| Herramientas Manuales | | | | |
| Nivel de mano | und. | 1.0000 | 6.000 | 6.0000 |
| Batea | und. | 1.0000 | 10.000 | 10.0000 |
| Badilejo | und. | 1.0000 | 4.500 | 4.5000 |
| Precio total s/. | | | | 46.78 |

Fuente: Elaboración propia



c) Mortero experimental al 15%

Tabla 39. Costo de mortero Experimental (15% de residuos de mármol) por m3

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio s/. | Parcial s/. |
|--------------------------|--------|----------|------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| cemento | m3 | 0.1730 | 8.550 | 1.4789 |
| Residuos de mármol | m3 | 0.0305 | 0.000 | 0.0000 |
| Agregado de Cunyac (70%) | m3 | 0.3465 | 49.200 | 17.0478 |
| Agregado de Vicho (30%) | m3 | 0.1485 | 49.200 | 7.3062 |
| Agua | m3 | 0.3020 | 1.200 | 0.3624 |
| Equipos | | | | |
| Herramientas Manuales | | | | |
| Nivel de mano | und. | 1.0000 | 6.000 | 6.0000 |
| Batea | und. | 1.0000 | 10.000 | 10.0000 |
| Badilejo | und. | 1.0000 | 4.500 | 4.5000 |
| Precio total s/. | | | | 46.70 |

Fuente: Elaboración propia

d) Mortero experimental al 20%

Tabla 40. Costo de mortero Experimental (20% de residuos de mármol) por m3

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio s/. | Parcial s/. |
|--------------------------|--------|----------|------------|--------------|
| Materiales | | | | |
| Cemento | m3 | 0.1628 | 8.550 | 1.3919 |
| Residuos de mármol | m3 | 0.0407 | 0.000 | 0.0000 |
| Agregado de Cunyac (70%) | m3 | 0.3465 | 49.200 | 17.0478 |
| Agregado de Vicho (30%) | m3 | 0.1485 | 49.200 | 7.3062 |
| Agua | m3 | 0.3020 | 1.200 | 0.3624 |
| Equipos | | | | |
| Herramientas Manuales | | | | |
| Nivel de mano | und. | 1.0000 | 6.000 | 6.0000 |
| Batea | und. | 1.0000 | 10.000 | 10.0000 |
| Badilejo | und. | 1.0000 | 4.500 | 4.5000 |
| Precio total s/. | | | | 46.61 |

Fuente: Elaboración propia



3.5.3.2. Ensayo de resistencia a la adherencia por flexión

3.5.3.2.1. Objetivo

Determinar la resistencia de adherencia por flexión de prismas de albañilería con la utilización de mortero de pega patrón y experimental con la sustitución en peso con residuos de mármol al 10%, 15% y 20%.

3.5.3.2.2. Equipos y materiales

Se realizó este ensayo con los siguientes equipos y materiales:

- 01 balanza de 0.001g.
- Badilejo.
- Espátula.
- Nivel.
- Escuadra.
- Wincha.
- Plomada.
- Otras herramientas (Recipientes, brocha, cucharón metálico).

3.5.3.2.3. Muestra

Mortero: el mortero de tipo M para albañilería portante fue fabricado con cemento tipo IP, arena de las canteras de Cunyac (70%) y Vicho (30%), residuos de mármol y agua potable.

Unidades de albañilería: las unidades de albañilería utilizadas fueron ladrillos de arcilla cocida King Kong de 18 huecos (9cm x12cm x 24cm), para albañilería estructura (Ladrillo tipo V), con las siguientes características: Alabeo 0.88 mm, absorción 12.24%, succión 38.55 gr/200 cm², resistencia a la tracción 26.69 kg/cm², resistencia a la compresión 258.62 kg/cm².

Residuos de mármol: el residuo de mármol fue homogeneizado para su uso en el mortero y se sustituyó al cemento en 10%, 15% y 20%.

3.5.3.2.4. Procedimiento

1. Se realizó el tamizado de los residuos del mármol en el tamiz N° 325 para homogeneizar con el tamaño de las partículas del cemento.



Fotografía 45. Tamizado de los residuos de mármol



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

2. Las unidades de albañilería de arcilla fueron rociadas con agua durante media hora, 12 horas antes de asentarlas para controlar la pérdida rápida de humedad del mortero.

Fotografía 46. Humedecimiento de ladrillos antes del asentado



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

3. Se preparó el mortero patrón y experimental con los tres porcentajes de residuo de mármol para el asentado de las unidades de albañilería y construir los prismas correspondientes.



Fotografía 47. Preparación del mortero



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

4. Se realizó el asentado de los ladrillos con el mortero patrón y experimental a diferentes porcentajes con una junta de separación de 1.2 cm de espesor, cuidando la nivelación tanto vertical y horizontal.

Fotografía 48. Asentado de ladrillos con mortero patrón y experimental



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

5. Las juntas de mortero de albañilería fueron curadas durante 28 días con agua y una brocha hasta el día del ensayo.



Fotografía 49. Curado de las juntas de mortero de pilas de albañilería



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

6. Se tomó las medidas a cada espécimen para proceder con el ensayo de resistencia a la adherencia por flexión.

Fotografía 50. Medidas de cada espécimen de albañilería



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



Fotografía 51. Previo al ensayo de adherencia por flexión



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

7. Se procedió a someter los prismas de albañilería al ensayo de flexión adecuando la máquina de compresión.

Fotografía 52. Ensayo de adherencia por flexión



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



Fotografía 53. Falla de los especímenes prismáticos



Fuente: Archivo fotográfico de la autora





Fuente: Archivo fotográfico de la autora



3.5.3.2.5. Datos obtenidos



Se registraron los siguientes datos:

Tabla 41. Datos la resistencia a adherencia por flexión del mortero patrón

| FICHA DE LABORATORIO | | | | | |
|---|---|-----------|--|------------|---|
|  | TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | |  |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a adherencia por flexión del mortero patrón. | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: ASTM E 518 | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | |
| FECHA: 07/05/19 | | | EDAD: 28 días | | |
| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) |
| AF-MP-28D-1 | 12.00 | 24.00 | 50.30 | 18.15 | 860 |
| | 12.10 | 24.20 | 50.00 | | |
| | 11.90 | 24.10 | 49.90 | | |
| AF-MP-28D-2 | 12.20 | 24.20 | 49.90 | 17.85 | 850 |
| | 12.00 | 24.00 | 50.00 | | |
| | 12.10 | 24.30 | 50.10 | | |
| AF-MP-28D-3 | 12.30 | 24.10 | 50.00 | 18.35 | 840 |
| | 12.10 | 24.00 | 50.30 | | |
| | 12.00 | 24.00 | 49.90 | | |
| AF-MP-28D-4 | 12.00 | 24.00 | 50.00 | 17.98 | 850 |
| | 12.05 | 24.30 | 50.10 | | |
| | 12.20 | 24.20 | 50.10 | | |
| AF-MP-28D-5 | 12.10 | 24.10 | 50.00 | 18.45 | 860 |
| | 12.40 | 24.20 | 49.90 | | |
| | 12.30 | 24.10 | 50.20 | | |
| Fórmula: | | | | | |
| $R = \frac{(P + 0.75Ps)l}{bd^2}$ | | | | | |
| Donde: | | | | | |
| R: Módulo de ruptura sobre área bruta, (MPa) | | | l: Luz, (mm) | | |
| P: Máxima carga aplicada por la máquina de ensayo,(N) | | | b: Ancho promedio del espécimen ,(mm) | | |
| Ps: Peso (masa) del espécimen ,(N) | | | d: Espesor promedio del espécimen ,(mm) | | |



Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Datos de la resistencia a adherencia por flexión del mortero experimental al 10%

| FICHA DE LABORATORIO | | | | | |
|---|-----------|---|--|---|------------|
|  | | TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | |  | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a adherencia por flexión del mortero experimental al 10% | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: ASTM E 518 | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | |
| FECHA: 07/05/19 | | | EDAD: 28 días | | |
| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) |
| AF-RM10%-28D-1 | 12.00 | 24.20 | 50.10 | 18.16 | 870 |
| | 12.10 | 24.00 | 50.10 | | |
| | 12.20 | 24.10 | 50.20 | | |
| AF-RM10%-28D-2 | 12.00 | 24.30 | 50.20 | 18.65 | 860 |
| | 12.30 | 24.10 | 50.00 | | |
| | 12.00 | 24.00 | 50.10 | | |
| AF-RM10%-28D-3 | 12.10 | 23.90 | 49.90 | 17.90 | 880 |
| | 12.00 | 24.10 | 50.10 | | |
| | 11.90 | 24.20 | 50.00 | | |
| AF-RM10%-28D-4 | 12.10 | 24.10 | 50.20 | 19.10 | 850 |
| | 12.20 | 24.20 | 50.10 | | |
| | 11.90 | 24.30 | 50.30 | | |
| AF-RM10%-28D-5 | 12.00 | 24.10 | 49.90 | 18.70 | 860 |
| | 12.10 | 24.20 | 50.20 | | |
| | 12.30 | 23.90 | 50.00 | | |
| Fórmula: | | | | | |
| $R = \frac{(P + 0.75Ps)l}{bd^2}$ | | | | | |
| Donde: | | | | | |
| R: Módulo de ruptura sobre área bruta, (MPa) | | | l: Luz, (mm) | | |
| P: Máxima carga aplicada por la máquina de ensayo,(N) | | | b: Ancho promedio del espécimen ,(mm) | | |
| Ps: Peso (masa) del espécimen ,(N) | | | d: Espesor promedio del espécimen ,(mm) | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 43. Datos de la resistencia a adherencia por flexión del mortero experimental al 15%

| FICHA DE LABORATORIO | | | | | |
|---|-----------|---|--|---|------------|
|  | | TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | |  | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a adherencia por flexión del mortero experimental al 15% | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: ASTM E 518 | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | |
| FECHA: 07/05/19 | | | EDAD: 28 días | | |
| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) |
| AF-RM15%-28D-1 | 12.20 | 24.00 | 49.90 | 18.50 | 910 |
| | 12.10 | 23.90 | 50.00 | | |
| | 12.00 | 24.10 | 50.20 | | |
| AF-RM15%-28D-2 | 12.20 | 24.20 | 50.30 | 19.25 | 920 |
| | 13.90 | 24.00 | 50.10 | | |
| | 12.00 | 24.20 | 49.90 | | |
| AF-RM15%-28D-3 | 12.10 | 24.30 | 50.20 | 18.35 | 930 |
| | 12.20 | 24.10 | 50.30 | | |
| | 12.00 | 24.00 | 50.10 | | |
| AF-RM15%-28D-4 | 12.10 | 24.00 | 50.00 | 18.60 | 910 |
| | 12.30 | 24.10 | 50.00 | | |
| | 12.00 | 23.90 | 50.20 | | |
| AF-RM15%-28D-5 | 12.40 | 24.20 | 50.00 | 17.98 | 940 |
| | 12.20 | 23.90 | 50.10 | | |
| | 12.10 | 24.00 | 49.90 | | |
| Fórmula: | | | | | |
| $R = \frac{(P + 0.75Ps)l}{bd^2}$ | | | | | |
| Donde: | | | | | |
| R: Módulo de ruptura sobre área bruta, (MPa) | | | l: Luz, (mm) | | |
| P: Máxima carga aplicada por la máquina de ensayo,(N) | | | b: Ancho promedio del espécimen ,(mm) | | |
| Ps: Peso (masa) del espécimen ,(N) | | | d: Espesor promedio del espécimen ,(mm) | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 44. Datos de la resistencia a adherencia por flexión del mortero experimental al 20%

| FICHA DE LABORATORIO | | | | | |
|---|-----------|--|--|---|------------|
|  | | TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO. | |  | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a adherencia por flexión del mortero experimental al 20% | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: ASTM E 518 | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | |
| FECHA: 07/06/19 | | | EDAD: 28 días | | |
| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) |
| AF-RM20%-28D-1 | 12.30 | 24.00 | 49.90 | 18.70 | 880 |
| | 12.20 | 24.10 | 50.00 | | |
| | 12.00 | 23.90 | 50.10 | | |
| AF-RM20%-28D-2 | 11.90 | 24.10 | 50.20 | 19.20 | 890 |
| | 12.10 | 24.00 | 50.00 | | |
| | 12.00 | 24.00 | 50.00 | | |
| AF-RM20%-28D-3 | 12.00 | 24.20 | 50.20 | 18.70 | 870 |
| | 12.20 | 24.00 | 50.10 | | |
| | 12.00 | 24.30 | 50.00 | | |
| AF-RM20%-28D-4 | 12.30 | 24.10 | 49.90 | 18.90 | 880 |
| | 12.00 | 24.00 | 50.30 | | |
| | 12.10 | 24.20 | 50.20 | | |
| AF-RM20%-28D-5 | 12.00 | 24.30 | 50.10 | 18.35 | 890 |
| | 11.90 | 24.00 | 50.00 | | |
| | 12.20 | 23.90 | 50.30 | | |
| Fórmula: | | | | | |
| $R = \frac{(P + 0.75Ps)l}{bd^2}$ | | | | | |
| Donde: | | | | | |
| R: Módulo de ruptura sobre área bruta, (MPa) | | | l: Luz, (mm) | | |
| P: Máxima carga aplicada por la máquina de ensayo,(N) | | | b: Ancho promedio del espécimen ,(mm) | | |
| Ps: Peso (masa) del espécimen ,(N) | | | d: Espesor promedio del espécimen ,(mm) | | |

Fuente: Elaboración propia



3.5.3.3. Ensayo de resistencia a compresión

3.5.3.3.1. Objetivo

Determinar la resistencia a la compresión de los morteros patrón y experimentales elaborados con la sustitución en peso del 10%, 15% y 20% del cemento por los residuos de mármol.

3.5.3.3.2. Equipos y materiales

Se realizó este ensayo con los siguientes equipos y materiales:

- Moldes cúbicos de 5.00cm x 5.00 cm x 5.00 cm.
- Badilejo.
- Espátula.
- Compactador.
- Brocha.
- Recipiente.

3.5.3.3.3. Muestra

Mortero: el mortero de tipo M para albañilería portante fue fabricado con cemento tipo IP, arena de las canteras de Cunyac (70%) y Vicho (30%), residuos de mármol y agua potable.

Residuos de mármol: el residuo de mármol fue homogeneizado a través del tamiz N° 325 para su uso en el mortero y se sustituyó al cemento en 10%, 15% y 20%.

3.5.3.3.4. Procedimiento

1. Se realizó el mezclado de los componentes del mortero.

Fotografía 54. Mezclado de componentes



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



2. Se embadurnó las caras interiores de los moldes cúbicos con petróleo para facilitar su desmolde.

Fotografía 55. Embadurnando moldes cúbicos



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

3. Se realizó el vaciado del mortero en los moldes cúbicos, tanto con el mortero patrón y con el mortero experimental. La NTP 334.051 nos indica como mínimo 3 unidades de muestras, pero para un mejor análisis se realizó con 4 unidades para cada caso.

Fotografía 56. Vaciado del mortero en los moldes cúbicos



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

4. Con la ayuda del badilejo se colocó una primera capa de mortero en el molde, con la ayuda de un apisonador se compactó con 32 golpes, para evitar que queden espacios vacíos, luego



se llenó por completo el molde con otra capa de mortero y se volvió a compactar, retirando con una espátula los residuos.

- Después de 24 horas se desmoldó y se procedió a curar las muestras cúbicas para las edades de 7, 14, 21 y 28 días hasta su rotura.

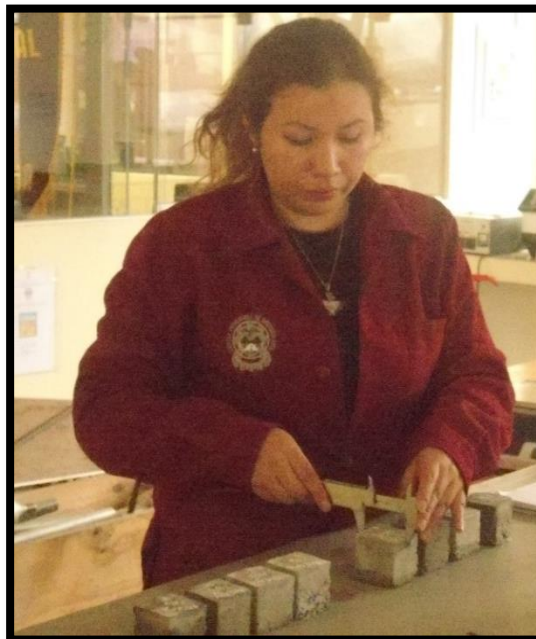
Fotografía 57. Curado de muestras cúbicas



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

- Se tomaron las medidas a cada espécimen cúbico con la ayuda de un vernier.

Fotografía 58. Toma de medidas con el vernier



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

- Los especímenes cúbicos se sometieron a rotura en la máquina de compresión a las edades respectivas.



Fotografía 59. Ensayo de compresión de las muestras cúbicas



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

Fotografía 60. Muestras cúbicas después de la falla



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

Fotografía 61. Diferencia de textura del mortero patrón con los morteros experimentales





Fuente: Archivo fotográfico de la autora



3.5.3.3.5. Datos obtenidos

Se registraron los siguientes datos:

Tabla 45. Datos de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 7 días

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO".</p> </div>  </div> | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------|----------------------|------|---------------------|------|----------------|------|----------|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-MP-7D-1 | 5.05 | 5.00 | 5.11 | 5.34 | 4.93 | 5.02 | 5.31 | 5.25 | 3770 |
| C-MP-7D-2 | 5.15 | 5.11 | 5.12 | 4.92 | 5.37 | 5.24 | 5.11 | 5.32 | 3980 |
| C-MP-7D-3 | 5.21 | 5.22 | 5.21 | 5.22 | 5.32 | 5.13 | 5.23 | 5.23 | 3940 |
| C-MP-7D-4 | 5.16 | 5.05 | 5.01 | 5.12 | 5.26 | 5.31 | 5.13 | 5.12 | 3850 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 46. Datos de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 14 días

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------|-------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-MP-14D-1 | 4.86 | 5.11 | 4.96 | 5.12 | 5.11 | 5.15 | 5.15 | 5.115 | 4860 |
| C-MP-14D-2 | 5.13 | 5.22 | 5.13 | 5.12 | 5.15 | 5.21 | 5.13 | 5.12 | 4960 |
| C-MP-14D-3 | 5.11 | 5.04 | 5.14 | 5.22 | 5.12 | 5.04 | 5.11 | 5.12 | 4650 |
| C-MP-14D-4 | 5.15 | 5.7 | 5.65 | 5.45 | 5.1 | 5.1 | 5.25 | 5.15 | 4780 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia





Tabla 47. Datos de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 21 días

|  | <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO”.</p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|----------|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/05/19 | | EDAD: 21 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Cara Superior (cm)</th> <th colspan="4">Cara Intermedia (cm)</th> <th colspan="2">Cara Base (cm)</th> <th rowspan="2">Pu (Kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C- MP-21D-1</td> <td>5.12</td> <td>5.11</td> <td>5.12</td> <td>5.15</td> <td>5.16</td> <td>5.11</td> <td>5.11</td> <td>5.15</td> <td>6470</td> </tr> <tr> <td>C- MP-21D-2</td> <td>5.11</td> <td>5.05</td> <td>5.11</td> <td>5.05</td> <td>5.24</td> <td>5.02</td> <td>5.05</td> <td>5.12</td> <td>6520</td> </tr> <tr> <td>C- MP-21D-3</td> <td>5.12</td> <td>5.14</td> <td>5.13</td> <td>5.215</td> <td>5.22</td> <td>5.24</td> <td>5.27</td> <td>5.12</td> <td>5870</td> </tr> <tr> <td>C- MP-21D-4</td> <td>5.21</td> <td>5.01</td> <td>5.22</td> <td>5.11</td> <td>5.23</td> <td>5.13</td> <td>5.04</td> <td>5.25</td> <td>5760</td> </tr> </tbody> </table> | MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | C- MP-21D-1 | 5.12 | 5.11 | 5.12 | 5.15 | 5.16 | 5.11 | 5.11 | 5.15 | 6470 | C- MP-21D-2 | 5.11 | 5.05 | 5.11 | 5.05 | 5.24 | 5.02 | 5.05 | 5.12 | 6520 | C- MP-21D-3 | 5.12 | 5.14 | 5.13 | 5.215 | 5.22 | 5.24 | 5.27 | 5.12 | 5870 | C- MP-21D-4 | 5.21 | 5.01 | 5.22 | 5.11 | 5.23 | 5.13 | 5.04 | 5.25 | 5760 | | |
| MUESTRA | | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | | Pu (Kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C- MP-21D-1 | 5.12 | 5.11 | 5.12 | 5.15 | 5.16 | 5.11 | 5.11 | 5.15 | 6470 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C- MP-21D-2 | 5.11 | 5.05 | 5.11 | 5.05 | 5.24 | 5.02 | 5.05 | 5.12 | 6520 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C- MP-21D-3 | 5.12 | 5.14 | 5.13 | 5.215 | 5.22 | 5.24 | 5.27 | 5.12 | 5870 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C- MP-21D-4 | 5.21 | 5.01 | 5.22 | 5.11 | 5.23 | 5.13 | 5.04 | 5.25 | 5760 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmula:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $f_m = \frac{P}{A}$ </div> <p>Donde:</p> <p><i>F_m</i>: Resistencia a compresión en (Mpa)</p> <p><i>P</i>: es la carga máxima total en (N)</p> <p><i>A</i>: es el área de la superficie de carga en (mm²)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 48. Datos de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 28 días

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|-------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO”. | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a compresión del mortero patrón. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-MP-28D-1 | 5.14 | 5.15 | 5.13 | 5.125 | 5.11 | 5.14 | 5.25 | 5.11 | 8460 |
| C-MP-28D-2 | 5.11 | 5.23 | 5.15 | 5.16 | 5.13 | 5.12 | 5.12 | 5.11 | 8530 |
| C-MP-28D-3 | 5.14 | 5.21 | 5.21 | 5.115 | 5.31 | 5.14 | 5.17 | 5.24 | 8450 |
| C-MP-28D-4 | 5.12 | 5.11 | 5.12 | 5.115 | 5.12 | 5.22 | 5.22 | 5.225 | 8420 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 49. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|---------------------|------|----------------|-------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M10%-7D-1 | 5.15 | 5.05 | 5.12 | 5.18 | 5.03 | 5.02 | 5.11 | 5.115 | 3820 |
| C-M10%-7D-2 | 5.01 | 5.00 | 5.21 | 5.165 | 5.21 | 5.17 | 5.15 | 5.24 | 3780 |
| C-M10%-7D-3 | 5.15 | 5.12 | 5.22 | 5.145 | 5.22 | 5.02 | 5.12 | 5.24 | 3850 |
| C-M10%-7D-4 | 5.11 | 5.15 | 5.12 | 5.125 | 5.14 | 5.12 | 5.13 | 5.325 | 3920 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 50. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M10%-14D-1 | 4.93 | 5.21 | 4.92 | 5.21 | 5.01 | 5.22 | 5.21 | 5.04 | 4820 |
| C-M10%-14D-2 | 5.02 | 5.3 | 5.01 | 5.31 | 5.14 | 5.32 | 5.33 | 4.95 | 4860 |
| C-M10%-14D-3 | 5.05 | 5.16 | 5.23 | 5.13 | 5.01 | 5.21 | 5.21 | 5.16 | 4530 |
| C-M10%-14D-4 | 5.11 | 5.13 | 5.12 | 5.12 | 5.24 | 5.11 | 5.14 | 5.16 | 4740 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia





Tabla 51. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%.

| <div style="display: flex; justify-content: space-between;">  <div style="text-align: center;"> <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO*.</p> </div>  </div> | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|-------|----------|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/05/19 | | | | | EDAD: 21 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M10%-21D-1 | 5.05 | 5.11 | 5.06 | 5.025 | 5.24 | 5.01 | 5.05 | 5.23 | 6340 |
| C-M10%-21D-2 | 5.13 | 5.21 | 5.22 | 5.01 | 5.24 | 5.04 | 5.12 | 5.225 | 6210 |
| C-M10%-21D-3 | 5.22 | 5.03 | 5.24 | 5.01 | 5.24 | 5.04 | 5.12 | 5.225 | 6230 |
| C-M10%-21D-4 | 5.17 | 5.28 | 5.01 | 5.165 | 5.17 | 5.22 | 5.28 | 5.03 | 6180 |
| <p>Fórmula:</p> $f_m = \frac{P}{A}$ <p>Donde:</p> <p><i>f_m</i>: Resistencia a compresión en (Mpa)</p> <p><i>P</i>: es la carga máxima total en (N)</p> <p><i>A</i>: es el área de la superficie de carga en (mm²)</p> | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|-------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 10%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M10%-28D-1 | 5.04 | 5.13 | 5.05 | 5.145 | 5.06 | 5.12 | 5.12 | 5.02 | 8420 |
| C-M10%-28D-2 | 5.11 | 5.02 | 5.03 | 5.02 | 5.05 | 5.02 | 5.05 | 5.15 | 8310 |
| C-M10%-28D-3 | 5.03 | 5.12 | 5.12 | 5.14 | 5.13 | 5.15 | 5.14 | 5.025 | 7820 |
| C-M10%-28D-4 | 5.01 | 5.15 | 5.15 | 5.01 | 5.03 | 5.07 | 5.16 | 5.15 | 8320 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 53. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|------|---------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M15%-7D-1 | 5.11 | 5.03 | 5.02 | 5.04 | 5.01 | 5.14 | 5.17 | 5.12 | 3520 |
| C-M15%-7D-2 | 5.15 | 5.05 | 5.25 | 5.13 | 5.02 | 5.04 | 5.24 | 5.23 | 3650 |
| C-M15%-7D-3 | 5.06 | 5.18 | 5.07 | 5.03 | 5.02 | 5.15 | 5.02 | 5.28 | 3670 |
| C-M15%-7D-4 | 5.11 | 5.14 | 5.22 | 5.11 | 5.12 | 5.05 | 5.08 | 5.23 | 3740 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 54. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M15%-14D-1 | 5.15 | 5.24 | 5.23 | 5.14 | 5.12 | 5.11 | 5.02 | 5.24 | 4450 |
| C-M15%-14D-2 | 5.11 | 5.26 | 5.21 | 5.12 | 5.11 | 5.14 | 5.14 | 5.15 | 4570 |
| C-M15%-14D-3 | 5.02 | 5.05 | 5.03 | 5.11 | 5.04 | 5.12 | 5.11 | 5.16 | 4520 |
| C-M15%-14D-4 | 5.01 | 5.02 | 5.02 | 5.02 | 5.13 | 5.04 | 5.14 | 5.18 | 4470 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 55. Tabla Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/05/19 | | | | | EDAD: 21 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M15%-21D-1 | 5.16 | 5.14 | 5.13 | 5.27 | 5.13 | 5.18 | 5.14 | 5.16 | 5740 |
| C-M15%-21D-2 | 5.13 | 5.15 | 5.14 | 5.15 | 5.13 | 5.14 | 5.25 | 5.13 | 5690 |
| C-M15%-21D-3 | 5.24 | 5.02 | 5.02 | 5.145 | 5.03 | 5.21 | 5.04 | 5.11 | 5780 |
| C-M15%-21D-4 | 5.02 | 5.03 | 5.04 | 5.14 | 5.03 | 5.04 | 5.03 | 5.04 | 5980 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 56. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 15%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M15%-28D-1 | 5.13 | 5.14 | 5.12 | 5.035 | 5.03 | 5.11 | 5.11 | 5.12 | 7790 |
| C-M15%-28D-2 | 5.03 | 5.16 | 5.16 | 5.025 | 5.13 | 5.03 | 5.13 | 5.13 | 7670 |
| C-M15%-28D-3 | 5.11 | 5.11 | 5.24 | 5.215 | 5.14 | 5.16 | 5.13 | 5.12 | 7850 |
| C-M15%-28D-4 | 5.23 | 5.03 | 5.07 | 5.23 | 5.03 | 5.04 | 5.21 | 5.06 | 7840 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 57. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|------|---------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M20%-7D-1 | 5.21 | 5.07 | 5.26 | 5.08 | 5.3 | 5.02 | 5.02 | 5.24 | 2610 |
| C-M20%-7D-2 | 5.02 | 5.04 | 5.14 | 5.11 | 5.12 | 5.02 | 5.12 | 5.04 | 2750 |
| C-M20%-7D-3 | 5.11 | 5.16 | 5.25 | 5.21 | 5.04 | 5.12 | 5.21 | 5.11 | 3250 |
| C-M20%-7D-4 | 5.31 | 5.07 | 5.3 | 5.15 | 5.33 | 5.12 | 5.13 | 5.31 | 2940 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 58. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|-------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M20%-14D-1 | 5.12 | 5.01 | 5.02 | 5.12 | 5.14 | 5.2 | 5.14 | 5.205 | 3800 |
| C-M20%-14D-2 | 5.04 | 5.31 | 5.17 | 5.35 | 5.02 | 5.37 | 5.32 | 5.01 | 3610 |
| C-M20%-14D-3 | 5.11 | 5.11 | 5.22 | 5.12 | 5.23 | 5.14 | 5.23 | 5.26 | 3420 |
| C-M20%-14D-4 | 5.15 | 5.02 | 5.11 | 5.175 | 5.13 | 5.22 | 5.21 | 5.05 | 3810 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 59. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/05/19 | | | | | EDAD: 21 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M20%-21D-1 | 5.11 | 5.03 | 5.14 | 5.025 | 5.11 | 5.03 | 5.01 | 5.04 | 3520 |
| C-M20%-21D-2 | 5.12 | 5.11 | 5.13 | 5.01 | 5.03 | 5.11 | 5.16 | 5.13 | 3970 |
| C-M20%-21D-3 | 5.15 | 5.16 | 5.21 | 5.15 | 5.12 | 5.17 | 5.13 | 5.16 | 3730 |
| C-M20%-21D-4 | 5.15 | 5.13 | 5.09 | 5.12 | 5.13 | 5.15 | 5.04 | 5.02 | 4110 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

F_m: Resistencia a compresión en (Mpa)



P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 60. Datos de la resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------|----------------------|-------|----------------------|------|----------------|-------|----------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la compresión del mortero experimental al 20%. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.051 - 2013 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de suelos, materiales, concreto y pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | |
| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| C-M20%-28D-1 | 5.12 | 5.06 | 5.05 | 5.12 | 5.07 | 5.14 | 5.15 | 5.2 | 4520 |
| C-M20%-28D-2 | 5.01 | 5.12 | 5.02 | 5.125 | 5.13 | 5.12 | 5.03 | 5.145 | 4640 |
| C-M20%-28D-3 | 5.12 | 5.04 | 5.03 | 5.135 | 5.04 | 5.13 | 5.15 | 5.14 | 4680 |
| C-M20%-28D-4 | 5.07 | 5.24 | 5.05 | 5.04 | 5.23 | 5.01 | 5.04 | 5.23 | 4720 |

Fórmula:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m: Resistencia a compresión en (Mpa)

P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

Fuente: Elaboración propia



3.5.3.4. Ensayo de resistencia a la flexión del mortero

3.5.3.4.1. Objetivo

Determinar la resistencia a flexión del mortero patrón y experimental elaborados con la sustitución en peso del 10%, 15% y 20% del cemento por los residuos de mármol.

3.5.3.4.2. Equipos y materiales

Se realizó este ensayo con los siguientes equipos y materiales:

- Moldes prismáticos rectangulares de 4.00cm x 4.00 cm x 16.00 cm.
- Badilejo.
- Espátula.
- Pisón.
- Recipiente.

3.5.3.4.3. Muestra

Mortero: el mortero de tipo M para albañilería portante fue fabricado con cemento tipo IP, arena de las canteras de Cunyac (70%) y Vicho (30%), residuos de mármol y agua potable.

Residuos de mármol: el residuo de mármol fue homogeneizado a través del tamiz N° 325 para su uso en el mortero y se sustituyó al cemento en 10%, 15% y 20%.

3.5.3.4.4. Procedimiento

1. Se realizó el mezclado de los elementos del mortero.

Fotografía 62. Mezclado de componentes del mortero



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



2. Se embadurnó las caras interiores de los moldes prismáticos con petróleo para facilitar su desmolde.

Fotografía 63. Embadurnando de moldes prismáticos



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

3. Se realizó el vaciado del mortero en los moldes prismáticos, tanto con el mortero patrón y con el mortero experimental. La NTP 334.120 nos indica como mínimo 3 especímenes para cada edad, pero para un mejor análisis se realizó con 4 especímenes para cada edad.

Fotografía 64. Vaciado de mortero en moldes prismáticos



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

4. Con la ayuda del badilejo se colocó una primera capa de mortero en el molde, con la ayuda de un apisonador se compactó con 12 golpes, para uniformizar el espécimen, luego se llenó



por completo el molde con otra capa de mortero y se volvió a compactar, retirando con una espátula los restos.

5. Después de terminado el vaciado de los prismas, se curaron un día en los moldes y luego se desmoldaron para curarlos a las edades de 7, 14, 21 y 28 días hasta el día del ensayo aplicando la carga en el centro del prisma.

Fotografía 65. Curado de muestras prismáticas



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

6. Con la ayuda de un vernier se tomó las medidas de cada una de las muestras prismáticas para los respectivos cálculos.

Fotografía 66. Tomando medidas de cada espécimen prismático



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



7. Con la ayuda de la máquina de compresión los especímenes prismáticos se sometieron a una carga vertical o normal a la superficie de contacto donde los dos soportes permanecieron a una distancia constante.

Fotografía 67. Ensayo de flexión del mortero



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

Fotografía 68. Falla de prismas después del ensayo



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



3.5.3.4.5. Datos obtenidos

Se registraron los siguientes datos:



Tabla 61. Datos de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 7 días

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO”.</p> </div> </div> | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|---------------------|-------|-----------|------|---------|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón. | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| F-MP-7D-1 | 4.15 | 4.06 | 16.10 | 16.20 | 16.30 | 16.15 | 4.17 | 4.22 | 170 |
| F-MP-7D-2 | 4.12 | 4.21 | 16.20 | 17.15 | 16.25 | 16.30 | 4.16 | 4.23 | 180 |
| F-MP-7D-3 | 4.02 | 4.06 | 16.25 | 16.10 | 16.15 | 16.10 | 4.05 | 4.25 | 160 |
| F-MP-7D-4 | 4.04 | 4.01 | 16.20 | 16.25 | 16.30 | 16.50 | 4.10 | 4.25 | 170 |
| <p>Fórmulas:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p>R_f : Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p>P: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 62. Datos de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 14 días

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/05/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-MP-14D-1</td> <td>4.03</td> <td>4.04</td> <td>16.35</td> <td>16.10</td> <td>16.20</td> <td>16.50</td> <td>4.23</td> <td>4.15</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>F-MP-14D-2</td> <td>4.11</td> <td>4.22</td> <td>16.20</td> <td>16.30</td> <td>16.04</td> <td>16.05</td> <td>4.11</td> <td>4.30</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>F-MP-14D-3</td> <td>4.01</td> <td>4.21</td> <td>16.25</td> <td>16.30</td> <td>16.70</td> <td>16.65</td> <td>4.02</td> <td>4.26</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>F-MP-14D-4</td> <td>4.12</td> <td>4.25</td> <td>16.40</td> <td>16.50</td> <td>16.04</td> <td>16.25</td> <td>4.12</td> <td>4.28</td> <td>210</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-MP-14D-1 | 4.03 | 4.04 | 16.35 | 16.10 | 16.20 | 16.50 | 4.23 | 4.15 | 220 | F-MP-14D-2 | 4.11 | 4.22 | 16.20 | 16.30 | 16.04 | 16.05 | 4.11 | 4.30 | 210 | F-MP-14D-3 | 4.01 | 4.21 | 16.25 | 16.30 | 16.70 | 16.65 | 4.02 | 4.26 | 220 | F-MP-14D-4 | 4.12 | 4.25 | 16.40 | 16.50 | 16.04 | 16.25 | 4.12 | 4.28 | 210 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-14D-1 | 4.03 | 4.04 | 16.35 | 16.10 | 16.20 | 16.50 | 4.23 | 4.15 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-14D-2 | 4.11 | 4.22 | 16.20 | 16.30 | 16.04 | 16.05 | 4.11 | 4.30 | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-14D-3 | 4.01 | 4.21 | 16.25 | 16.30 | 16.70 | 16.65 | 4.02 | 4.26 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-14D-4 | 4.12 | 4.25 | 16.40 | 16.50 | 16.04 | 16.25 | 4.12 | 4.28 | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmulas:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p>R_f: Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p>P: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 63. Datos de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 21 días

|  <div style="text-align: center;"> <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO".</p> </div>  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------------|-------|---------------|-------|-------|------|-----------|-----|---------|---------|----|----|----|----|----|----|----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 EDAD: 21 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-MP-21D-1</td> <td>4.12</td> <td>4.23</td> <td>16.20</td> <td>16.10</td> <td>16.40</td> <td>16.35</td> <td>4.23</td> <td>4.12</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>F-MP-21D-2</td> <td>4.14</td> <td>4.26</td> <td>16.10</td> <td>16.35</td> <td>16.45</td> <td>16.30</td> <td>4.24</td> <td>4.12</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>F-MP-21D-3</td> <td>4.03</td> <td>4.23</td> <td>16.20</td> <td>16.70</td> <td>16.50</td> <td>16.45</td> <td>4.03</td> <td>4.27</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>F-MP-21D-4</td> <td>4.11</td> <td>4.25</td> <td>16.15</td> <td>16.41</td> <td>16.05</td> <td>16.15</td> <td>4.13</td> <td>4.27</td> <td>330</td> </tr> </tbody> </table> | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-MP-21D-1 | 4.12 | 4.23 | 16.20 | 16.10 | 16.40 | 16.35 | 4.23 | 4.12 | 350 | F-MP-21D-2 | 4.14 | 4.26 | 16.10 | 16.35 | 16.45 | 16.30 | 4.24 | 4.12 | 360 | F-MP-21D-3 | 4.03 | 4.23 | 16.20 | 16.70 | 16.50 | 16.45 | 4.03 | 4.27 | 340 | F-MP-21D-4 | 4.11 | 4.25 | 16.15 | 16.41 | 16.05 | 16.15 | 4.13 | 4.27 | 330 |
| MUESTRA | | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-21D-1 | 4.12 | 4.23 | 16.20 | 16.10 | 16.40 | 16.35 | 4.23 | 4.12 | 350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-21D-2 | 4.14 | 4.26 | 16.10 | 16.35 | 16.45 | 16.30 | 4.24 | 4.12 | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-21D-3 | 4.03 | 4.23 | 16.20 | 16.70 | 16.50 | 16.45 | 4.03 | 4.27 | 340 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-21D-4 | 4.11 | 4.25 | 16.15 | 16.41 | 16.05 | 16.15 | 4.13 | 4.27 | 330 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmulas:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p><i>R_f</i>: Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p><i>P</i>: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 64. Datos de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 28 días

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a la flexión del mortero patrón. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 07/06/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-MP-28D-1</td> <td>4.05</td> <td>4.20</td> <td>16.15</td> <td>16.03</td> <td>16.10</td> <td>16.12</td> <td>4.20</td> <td>4.25</td> <td>410</td> </tr> <tr> <td>F-MP-28D-2</td> <td>4.02</td> <td>4.15</td> <td>16.20</td> <td>16.07</td> <td>16.20</td> <td>16.15</td> <td>4.15</td> <td>4.12</td> <td>390</td> </tr> <tr> <td>F-MP-28D-3</td> <td>4.11</td> <td>4.45</td> <td>16.05</td> <td>16.25</td> <td>16.30</td> <td>16.10</td> <td>4.05</td> <td>4.16</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>F-MP-28D-4</td> <td>4.15</td> <td>4.05</td> <td>16.02</td> <td>16.30</td> <td>16.35</td> <td>16.04</td> <td>4.23</td> <td>4.07</td> <td>370</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-MP-28D-1 | 4.05 | 4.20 | 16.15 | 16.03 | 16.10 | 16.12 | 4.20 | 4.25 | 410 | F-MP-28D-2 | 4.02 | 4.15 | 16.20 | 16.07 | 16.20 | 16.15 | 4.15 | 4.12 | 390 | F-MP-28D-3 | 4.11 | 4.45 | 16.05 | 16.25 | 16.30 | 16.10 | 4.05 | 4.16 | 380 | F-MP-28D-4 | 4.15 | 4.05 | 16.02 | 16.30 | 16.35 | 16.04 | 4.23 | 4.07 | 370 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-28D-1 | 4.05 | 4.20 | 16.15 | 16.03 | 16.10 | 16.12 | 4.20 | 4.25 | 410 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-28D-2 | 4.02 | 4.15 | 16.20 | 16.07 | 16.20 | 16.15 | 4.15 | 4.12 | 390 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-28D-3 | 4.11 | 4.45 | 16.05 | 16.25 | 16.30 | 16.10 | 4.05 | 4.16 | 380 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-MP-28D-4 | 4.15 | 4.05 | 16.02 | 16.30 | 16.35 | 16.04 | 4.23 | 4.07 | 370 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmulas:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p><i>R_f</i> : Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p><i>P</i>: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 65. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 10%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|---------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 10% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M10%-7D-1</td> <td>4.03</td> <td>4.12</td> <td>16.40</td> <td>16.30</td> <td>16.25</td> <td>16.10</td> <td>4.03</td> <td>4.14</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-7D-2</td> <td>4.05</td> <td>4.03</td> <td>16.20</td> <td>16.10</td> <td>16.25</td> <td>16.10</td> <td>4.12</td> <td>4.15</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-7D-3</td> <td>4.06</td> <td>4.16</td> <td>16.70</td> <td>16.25</td> <td>16.50</td> <td>16.45</td> <td>4.06</td> <td>4.02</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-7D-4</td> <td>4.04</td> <td>4.15</td> <td>16.45</td> <td>16.60</td> <td>16.70</td> <td>16.45</td> <td>4.08</td> <td>4.17</td> <td>170</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M10%-7D-1 | 4.03 | 4.12 | 16.40 | 16.30 | 16.25 | 16.10 | 4.03 | 4.14 | 180 | F-M10%-7D-2 | 4.05 | 4.03 | 16.20 | 16.10 | 16.25 | 16.10 | 4.12 | 4.15 | 170 | F-M10%-7D-3 | 4.06 | 4.16 | 16.70 | 16.25 | 16.50 | 16.45 | 4.06 | 4.02 | 140 | F-M10%-7D-4 | 4.04 | 4.15 | 16.45 | 16.60 | 16.70 | 16.45 | 4.08 | 4.17 | 170 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-7D-1 | 4.03 | 4.12 | 16.40 | 16.30 | 16.25 | 16.10 | 4.03 | 4.14 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-7D-2 | 4.05 | 4.03 | 16.20 | 16.10 | 16.25 | 16.10 | 4.12 | 4.15 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-7D-3 | 4.06 | 4.16 | 16.70 | 16.25 | 16.50 | 16.45 | 4.06 | 4.02 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-7D-4 | 4.04 | 4.15 | 16.45 | 16.60 | 16.70 | 16.45 | 4.08 | 4.17 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmulas: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Donde: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>R_f</i> : Resistencia a la flexión (MPa) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P</i> : Carga máxima total (N) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 66. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 10%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 10% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 22/05/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M10%-14D-1</td> <td>4.02</td> <td>4.25</td> <td>16.20</td> <td>16.10</td> <td>16.23</td> <td>16.05</td> <td>4.15</td> <td>4.60</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-14D-2</td> <td>4.60</td> <td>4.45</td> <td>16.01</td> <td>16.30</td> <td>16.50</td> <td>16.10</td> <td>4.20</td> <td>4.30</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-14D-3</td> <td>4.02</td> <td>4.25</td> <td>16.25</td> <td>16.50</td> <td>16.30</td> <td>16.15</td> <td>4.01</td> <td>4.25</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-14D-4</td> <td>4.25</td> <td>4.70</td> <td>16.30</td> <td>16.40</td> <td>16.50</td> <td>16.20</td> <td>4.15</td> <td>4.60</td> <td>220</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M10%-14D-1 | 4.02 | 4.25 | 16.20 | 16.10 | 16.23 | 16.05 | 4.15 | 4.60 | 230 | F-M10%-14D-2 | 4.60 | 4.45 | 16.01 | 16.30 | 16.50 | 16.10 | 4.20 | 4.30 | 210 | F-M10%-14D-3 | 4.02 | 4.25 | 16.25 | 16.50 | 16.30 | 16.15 | 4.01 | 4.25 | 240 | F-M10%-14D-4 | 4.25 | 4.70 | 16.30 | 16.40 | 16.50 | 16.20 | 4.15 | 4.60 | 220 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-14D-1 | 4.02 | 4.25 | 16.20 | 16.10 | 16.23 | 16.05 | 4.15 | 4.60 | 230 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-14D-2 | 4.60 | 4.45 | 16.01 | 16.30 | 16.50 | 16.10 | 4.20 | 4.30 | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-14D-3 | 4.02 | 4.25 | 16.25 | 16.50 | 16.30 | 16.15 | 4.01 | 4.25 | 240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-14D-4 | 4.25 | 4.70 | 16.30 | 16.40 | 16.50 | 16.20 | 4.15 | 4.60 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmulas: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Donde: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R_f : Resistencia a la flexión (MPa) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P : Carga máxima total (N) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 67. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 10%.

|  | <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO".</p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 10% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 EDAD: 21 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M10%-21D-1</td> <td>4.03</td> <td>4.15</td> <td>16.35</td> <td>16.10</td> <td>16.05</td> <td>16.45</td> <td>4.35</td> <td>4.06</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-21D-2</td> <td>4.15</td> <td>4.02</td> <td>16.04</td> <td>16.50</td> <td>16.02</td> <td>16.40</td> <td>4.05</td> <td>4.04</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-21D-3</td> <td>4.04</td> <td>4.06</td> <td>16.30</td> <td>16.05</td> <td>16.40</td> <td>16.35</td> <td>4.23</td> <td>4.15</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>F-M10%-21D-4</td> <td>4.02</td> <td>4.03</td> <td>16.40</td> <td>16.40</td> <td>16.05</td> <td>16.06</td> <td>4.04</td> <td>4.06</td> <td>330</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M10%-21D-1 | 4.03 | 4.15 | 16.35 | 16.10 | 16.05 | 16.45 | 4.35 | 4.06 | 320 | F-M10%-21D-2 | 4.15 | 4.02 | 16.04 | 16.50 | 16.02 | 16.40 | 4.05 | 4.04 | 340 | F-M10%-21D-3 | 4.04 | 4.06 | 16.30 | 16.05 | 16.40 | 16.35 | 4.23 | 4.15 | 320 | F-M10%-21D-4 | 4.02 | 4.03 | 16.40 | 16.40 | 16.05 | 16.06 | 4.04 | 4.06 | 330 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-21D-1 | 4.03 | 4.15 | 16.35 | 16.10 | 16.05 | 16.45 | 4.35 | 4.06 | 320 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-21D-2 | 4.15 | 4.02 | 16.04 | 16.50 | 16.02 | 16.40 | 4.05 | 4.04 | 340 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-21D-3 | 4.04 | 4.06 | 16.30 | 16.05 | 16.40 | 16.35 | 4.23 | 4.15 | 320 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M10%-21D-4 | 4.02 | 4.03 | 16.40 | 16.40 | 16.05 | 16.06 | 4.04 | 4.06 | 330 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmulas:</p> <div style="text-align: center; border: 3px double black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p><i>R_f</i>: Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p><i>P</i>: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 68. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 10%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 10% | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 07/06/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| F-M10%-28D-1 | 4.10 | 4.25 | 16.23 | 16.20 | 16.35 | 16.30 | 4.10 | 4.02 | 370 |
| F-M10%-28D-2 | 4.05 | 4.15 | 16.07 | 16.25 | 16.26 | 16.24 | 4.16 | 4.15 | 380 |
| F-M10%-28D-3 | 4.07 | 4.23 | 16.08 | 16.30 | 16.30 | 16.28 | 4.07 | 4.30 | 360 |
| F-M10%-28D-4 | 4.20 | 4.06 | 16.10 | 16.05 | 16.08 | 16.06 | 4.12 | 4.12 | 360 |

Fórmulas:

$$R_f = 0,0028 P$$

Donde:



R_f : Resistencia a la flexión (MPa)

P : Carga máxima total (N)

Fuente: Elaboración propia





Tabla 69. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 15%.

|  | <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO”.</p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------|---------------|-------|---------------|------|-----------|-----|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 15% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | EDAD: 7 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M15%-7D-1</td> <td>4.06</td> <td>4.15</td> <td>16.30</td> <td>16.10</td> <td>16.20</td> <td>16.10</td> <td>4.06</td> <td>4.17</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-7D-2</td> <td>4.02</td> <td>4.11</td> <td>16.25</td> <td>16.20</td> <td>16.40</td> <td>16.25</td> <td>4.02</td> <td>4.15</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-7D-3</td> <td>4.06</td> <td>4.03</td> <td>16.25</td> <td>16.45</td> <td>16.30</td> <td>16.20</td> <td>4.11</td> <td>4.02</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-7D-4</td> <td>4.02</td> <td>4.13</td> <td>16.40</td> <td>16.60</td> <td>15.75</td> <td>16.55</td> <td>4.04</td> <td>4.13</td> <td>170</td> </tr> </tbody> </table> | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M15%-7D-1 | 4.06 | 4.15 | 16.30 | 16.10 | 16.20 | 16.10 | 4.06 | 4.17 | 160 | F-M15%-7D-2 | 4.02 | 4.11 | 16.25 | 16.20 | 16.40 | 16.25 | 4.02 | 4.15 | 150 | F-M15%-7D-3 | 4.06 | 4.03 | 16.25 | 16.45 | 16.30 | 16.20 | 4.11 | 4.02 | 170 | F-M15%-7D-4 | 4.02 | 4.13 | 16.40 | 16.60 | 15.75 | 16.55 | 4.04 | 4.13 | 170 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-7D-1 | 4.06 | 4.15 | 16.30 | 16.10 | 16.20 | 16.10 | 4.06 | 4.17 | 160 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-7D-2 | 4.02 | 4.11 | 16.25 | 16.20 | 16.40 | 16.25 | 4.02 | 4.15 | 150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-7D-3 | 4.06 | 4.03 | 16.25 | 16.45 | 16.30 | 16.20 | 4.11 | 4.02 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-7D-4 | 4.02 | 4.13 | 16.40 | 16.60 | 15.75 | 16.55 | 4.04 | 4.13 | 170 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmulas:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p>R_f: Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p>P: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 70. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 15%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 15% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 07/05/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M15%-14D-1</td> <td>4.55</td> <td>4.15</td> <td>16.10</td> <td>16.75</td> <td>15.95</td> <td>16.60</td> <td>4.21</td> <td>4.07</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-14D-2</td> <td>4.13</td> <td>4.26</td> <td>16.25</td> <td>16.30</td> <td>16.50</td> <td>16.45</td> <td>4.12</td> <td>4.10</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-14D-3</td> <td>4.02</td> <td>4.60</td> <td>16.50</td> <td>16.20</td> <td>16.40</td> <td>16.55</td> <td>4.35</td> <td>4.15</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-14D-4</td> <td>4.15</td> <td>4.35</td> <td>16.15</td> <td>16.05</td> <td>16.40</td> <td>16.25</td> <td>4.30</td> <td>4.25</td> <td>210</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M15%-14D-1 | 4.55 | 4.15 | 16.10 | 16.75 | 15.95 | 16.60 | 4.21 | 4.07 | 220 | F-M15%-14D-2 | 4.13 | 4.26 | 16.25 | 16.30 | 16.50 | 16.45 | 4.12 | 4.10 | 240 | F-M15%-14D-3 | 4.02 | 4.60 | 16.50 | 16.20 | 16.40 | 16.55 | 4.35 | 4.15 | 220 | F-M15%-14D-4 | 4.15 | 4.35 | 16.15 | 16.05 | 16.40 | 16.25 | 4.30 | 4.25 | 210 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-14D-1 | 4.55 | 4.15 | 16.10 | 16.75 | 15.95 | 16.60 | 4.21 | 4.07 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-14D-2 | 4.13 | 4.26 | 16.25 | 16.30 | 16.50 | 16.45 | 4.12 | 4.10 | 240 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-14D-3 | 4.02 | 4.60 | 16.50 | 16.20 | 16.40 | 16.55 | 4.35 | 4.15 | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-14D-4 | 4.15 | 4.35 | 16.15 | 16.05 | 16.40 | 16.25 | 4.30 | 4.25 | 210 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula: <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Donde: R_f : Resistencia a la flexión (MPa) P : Carga máxima total (N) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 71. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 15%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 15% | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 | | | | | EDAD: 21 días | | | | |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| F-M15%-21D-1 | 4.02 | 4.15 | 16.20 | 16.15 | 16.30 | 16.10 | 4.01 | 4.14 | 320 |
| F-M15%-21D-2 | 4.12 | 4.25 | 16.25 | 16.40 | 16.60 | 16.70 | 4.20 | 4.23 | 340 |
| F-M15%-21D-3 | 4.13 | 4.22 | 16.25 | 16.70 | 16.50 | 16.70 | 4.12 | 4.25 | 350 |
| F-M15%-21D-4 | 4.05 | 4.25 | 16.45 | 16.40 | 16.10 | 16.05 | 4.04 | 4.25 | 340 |

Fórmula:



$$R_f = 0,0028 P$$

Donde:
R_f: Resistencia a la flexión (MPa)
P: Carga máxima total (N)

Fuente: Elaboración propia





Tabla 72. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 15%.

|  <p style="margin: 0;">FICHA DE LABORATORIO</p> <p style="margin: 0; font-size: small;">TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO".</p>  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------------|-------|---------------|-------|-------|------|-----------|-----|---------|---------|----|----|----|----|----|----|----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 15% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 07/06/19 EDAD: 28 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M15%-28D-1</td> <td>4.02</td> <td>4.27</td> <td>16.50</td> <td>16.30</td> <td>16.35</td> <td>16.05</td> <td>4.22</td> <td>4.24</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-28D-2</td> <td>4.27</td> <td>4.24</td> <td>16.25</td> <td>16.20</td> <td>16.15</td> <td>16.25</td> <td>4.23</td> <td>4.15</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-28D-3</td> <td>4.01</td> <td>4.22</td> <td>16.23</td> <td>16.10</td> <td>16.30</td> <td>16.20</td> <td>4.25</td> <td>4.15</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>F-M15%-28D-4</td> <td>4.21</td> <td>4.13</td> <td>16.15</td> <td>16.50</td> <td>16.25</td> <td>16.45</td> <td>4.23</td> <td>4.26</td> <td>350</td> </tr> </tbody> </table> | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M15%-28D-1 | 4.02 | 4.27 | 16.50 | 16.30 | 16.35 | 16.05 | 4.22 | 4.24 | 370 | F-M15%-28D-2 | 4.27 | 4.24 | 16.25 | 16.20 | 16.15 | 16.25 | 4.23 | 4.15 | 360 | F-M15%-28D-3 | 4.01 | 4.22 | 16.23 | 16.10 | 16.30 | 16.20 | 4.25 | 4.15 | 350 | F-M15%-28D-4 | 4.21 | 4.13 | 16.15 | 16.50 | 16.25 | 16.45 | 4.23 | 4.26 | 350 |
| MUESTRA | | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-28D-1 | 4.02 | 4.27 | 16.50 | 16.30 | 16.35 | 16.05 | 4.22 | 4.24 | 370 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-28D-2 | 4.27 | 4.24 | 16.25 | 16.20 | 16.15 | 16.25 | 4.23 | 4.15 | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-28D-3 | 4.01 | 4.22 | 16.23 | 16.10 | 16.30 | 16.20 | 4.25 | 4.15 | 350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M15%-28D-4 | 4.21 | 4.13 | 16.15 | 16.50 | 16.25 | 16.45 | 4.23 | 4.26 | 350 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmula:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p>R_f: Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p>P: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 73. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 20%.

|  | <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO".</p> | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|---------------|-------|---------------------|-------|-----------|------|---|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 20% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 29/04/19 | | | | | EDAD: 7 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M20%-7D-1</td> <td>4.10</td> <td>4.34</td> <td>16.00</td> <td>16.10</td> <td>16.20</td> <td>16.80</td> <td>4.14</td> <td>4.31</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>F-M20%-7D-2</td> <td>4.32</td> <td>4.12</td> <td>16.10</td> <td>16.70</td> <td>16.50</td> <td>15.90</td> <td>4.25</td> <td>4.40</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>F-M20%-7D-3</td> <td>4.32</td> <td>4.04</td> <td>16.10</td> <td>16.30</td> <td>16.20</td> <td>15.85</td> <td>4.50</td> <td>4.32</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>F-M20%-7D-4</td> <td>4.26</td> <td>4.03</td> <td>16.10</td> <td>16.80</td> <td>16.40</td> <td>16.25</td> <td>4.02</td> <td>4.37</td> <td>130</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M20%-7D-1 | 4.10 | 4.34 | 16.00 | 16.10 | 16.20 | 16.80 | 4.14 | 4.31 | 120 | F-M20%-7D-2 | 4.32 | 4.12 | 16.10 | 16.70 | 16.50 | 15.90 | 4.25 | 4.40 | 140 | F-M20%-7D-3 | 4.32 | 4.04 | 16.10 | 16.30 | 16.20 | 15.85 | 4.50 | 4.32 | 120 | F-M20%-7D-4 | 4.26 | 4.03 | 16.10 | 16.80 | 16.40 | 16.25 | 4.02 | 4.37 | 130 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-7D-1 | 4.10 | 4.34 | 16.00 | 16.10 | 16.20 | 16.80 | 4.14 | 4.31 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-7D-2 | 4.32 | 4.12 | 16.10 | 16.70 | 16.50 | 15.90 | 4.25 | 4.40 | 140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-7D-3 | 4.32 | 4.04 | 16.10 | 16.30 | 16.20 | 15.85 | 4.50 | 4.32 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-7D-4 | 4.26 | 4.03 | 16.10 | 16.80 | 16.40 | 16.25 | 4.02 | 4.37 | 130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Donde: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>R_f</i> : Resistencia a la flexión (MPa) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P</i> : Carga máxima total (N) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 74. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 20% | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 07/05/19 | | | | | EDAD: 14 días | | | | |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| F-M20%-14D-1 | 4.15 | 4.21 | 15.75 | 16.55 | 16.60 | 16.70 | 4.23 | 4.16 | 200 |
| F-M20%-14D-2 | 4.11 | 4.26 | 17.10 | 16.20 | 16.55 | 16.45 | 4.15 | 4.27 | 210 |
| F-M20%-14D-3 | 4.16 | 3.95 | 16.20 | 16.25 | 16.50 | 16.40 | 4.02 | 4.16 | 210 |
| F-M20%-14D-4 | 4.15 | 4.13 | 16.15 | 16.05 | 16.10 | 16.35 | 4.16 | 4.21 | 200 |

Fórmula:



$$R_f = 0,0028 P$$

Donde:
R_f: Resistencia a la flexión (MPa)
P: Carga máxima total (N)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 75. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | |
|---|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 20% | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | |
| FECHA: 28/05/19 | | | | | EDAD: 21 días | | | | |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | |
| F-M20%-21D-1 | 4.13 | 4.24 | 16.45 | 16.25 | 16.50 | 16.20 | 4.10 | 4.25 | 290 |
| F-M20%-21D-2 | 4.12 | 4.21 | 16.35 | 16.40 | 16.30 | 16.50 | 4.03 | 4.23 | 280 |
| F-M20%-21D-3 | 4.03 | 4.21 | 16.50 | 16.20 | 16.30 | 16.40 | 4.16 | 4.22 | 290 |
| F-M20%-21D-4 | 4.25 | 4.15 | 16.30 | 16.10 | 16.20 | 16.25 | 4.25 | 4.05 | 270 |

Fórmula:



$$R_f = 0,0028 P$$

Donde:
R_f: Resistencia a la flexión (MPa)
P: Carga máxima total (N)

Fuente: Elaboración propia



Tabla 76. Datos de la resistencia a flexión del mortero experimental al 20%.

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|------|---------------|-------|----------------------|-------|-----------|------|---------|---------|-------------|--|---------------|--|--|--|-----------|--|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|--------------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de resistencia a flexión del mortero experimental al 20% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.120 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de La UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 07/06/19 | | | | | EDAD: 28 días | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">Altura (cm)</th> <th colspan="4">Longitud (cm)</th> <th colspan="2">Base (cm)</th> <th rowspan="2">P (kgf)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>L3</th> <th>L4</th> <th>L1</th> <th>L2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-M20%-28D-1</td> <td>4.13</td> <td>4.24</td> <td>16.25</td> <td>16.35</td> <td>16.45</td> <td>16.05</td> <td>4.05</td> <td>4.01</td> <td>310</td> </tr> <tr> <td>F-M20%-28D-2</td> <td>4.05</td> <td>4.13</td> <td>16.45</td> <td>16.25</td> <td>16.50</td> <td>16.05</td> <td>4.11</td> <td>4.23</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>F-M20%-28D-3</td> <td>4.11</td> <td>4.21</td> <td>16.05</td> <td>16.13</td> <td>16.30</td> <td>16.45</td> <td>4.25</td> <td>4.22</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>F-M20%-28D-4</td> <td>4.15</td> <td>4.02</td> <td>16.45</td> <td>16.35</td> <td>16.10</td> <td>16.25</td> <td>4.05</td> <td>4.13</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | F-M20%-28D-1 | 4.13 | 4.24 | 16.25 | 16.35 | 16.45 | 16.05 | 4.05 | 4.01 | 310 | F-M20%-28D-2 | 4.05 | 4.13 | 16.45 | 16.25 | 16.50 | 16.05 | 4.11 | 4.23 | 280 | F-M20%-28D-3 | 4.11 | 4.21 | 16.05 | 16.13 | 16.30 | 16.45 | 4.25 | 4.22 | 270 | F-M20%-28D-4 | 4.15 | 4.02 | 16.45 | 16.35 | 16.10 | 16.25 | 4.05 | 4.13 | 300 |
| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-28D-1 | 4.13 | 4.24 | 16.25 | 16.35 | 16.45 | 16.05 | 4.05 | 4.01 | 310 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-28D-2 | 4.05 | 4.13 | 16.45 | 16.25 | 16.50 | 16.05 | 4.11 | 4.23 | 280 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-28D-3 | 4.11 | 4.21 | 16.05 | 16.13 | 16.30 | 16.45 | 4.25 | 4.22 | 270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F-M20%-28D-4 | 4.15 | 4.02 | 16.45 | 16.35 | 16.10 | 16.25 | 4.05 | 4.13 | 300 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fórmula:</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $R_f = 0,0028 P$ </div> <p>Donde:</p> <p><i>R_f</i> : Resistencia a la flexión (MPa)</p> <p><i>P</i>: Carga máxima total (N)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



3.5.3.5. Ensayo de fluidez del mortero de cemento

3.5.3.5.1. Objetivo

Determinar la fluidez del mortero patrón y experimental al 10%, 15% y 20% de sustitución de los residuos de mármol con respecto al peso del cemento.

3.5.3.5.2. Equipos y herramientas.

- Mesa de flujo
- Molde cónico
- Compactador
- Espátula
- Regla metálica
- Vernier

3.5.3.5.3. Muestra

La muestra de mortero fue tomada del vaciado de cubos y muestras prismáticas.

El procedimiento de mezclado fue tomado de la NTP: 334.057 CEMENTOS. Procedimiento para la Obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.

3.5.3.5.4. Procedimiento

1. Se procedió al llenado del molde cónico. Se limpió la mesa de flujo libre de residuos y se vertió el mortero con una altura de 1" (2.5 cm) y se le compactó con 20 golpes distribuidos uniformemente.

Fotografía 69. Llenado del molde cónico



Fuente: Archivo fotográfico de la autora



2. Se llenó completamente el molde cónico y nuevamente se compactó, se retiró el resto del mortero y se niveló utilizando la espátula.

Fotografía 70. Nivelado del mortero en el molde cónico



Fuente: Archivo fotográfico de la autora

3. Se limpió la mesa de flujo y alrededor del molde, eliminando los restos de mortero que han caído durante el moldeado.
4. Se esperó un minuto después del llenado del molde. Cumplido el minuto se retiró el molde de la mesa de flujo y en el mismo instante se deja caer 25 golpes en 15 segundos.
5. Se tomó 4 medidas equidistantes del diámetro del mortero y se calculó el promedio.

Fotografía 71. Toma de medidas del diámetro del mortero





Fuente: Archivo fotográfico de la autora



3.5.3.5.5. Datos obtenidos

Se registraron los siguientes datos:



Tabla 77. Datos de la fluidez del mortero patrón

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO”.</p> </div>  </div> | | | | | | |
|---|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ENSAYO: Ensayo de fluidez del mortero patrón | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.057 - 2016 | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de la UAC. | | | | | | |
| FECHA: 10/06/19 | | | | | | |
| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) |
| MORTERO PATRÓN | 0.48 | 88.05 | 137.04 | 136.02 | 137.05 | 136.04 |
| | 0.50 | 88.05 | 145.00 | 146.20 | 145.80 | 146.10 |
| | 0.52 | 88.05 | 166.00 | 165.40 | 167.20 | 166.50 |
| | 0.54 | 88.05 | 183.20 | 182.60 | 183.40 | 184.00 |
| Fórmula: | | | | | | |
| $\%f = \left(\frac{D1 - Do}{Do} \right) * 100\%$ | | | | | | |
| Donde: | | | | | | |
| %f: Valor del flujo de la muestra elaborada (%). | | | | | | |
| D1: Diámetro promedio de las mediciones a la muestra (cm). | | | | | | |
| Do: Diámetro inicial de la muestras, es el valor del diámetro inferior de molde (cm). | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 78. Datos de la fluidez del mortero experimental al 10%

| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>FICHA DE LABORATORIO</p> <p>TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO".</p> </div>  </div> | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ENSAYO: Ensayo de fluidez del mortero experimental al 10% | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.057 - 2016 | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de la UAC. | | | | | | |
| FECHA: 10/06/19 | | | | | | |
| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) |
| MORTERO AL 10% | 0.48 | 88.05 | 175.00 | 176.20 | 177.03 | 176.20 |
| | 0.51 | 88.05 | 178.05 | 180.02 | 179.04 | 178.04 |
| | 0.53 | 88.05 | 185.02 | 186.50 | 185.05 | 186.04 |
| | 0.55 | 88.05 | 193.02 | 192.50 | 192.05 | 195.06 |
| Fórmula: | | | | | | |
| $\%f = \left(\frac{D1 - D0}{D0} \right) * 100\%$ | | | | | | |
| Donde: | | | | | | |
| %f: Valor del flujo de la muestra elaborada (%). | | | | | | |
| D1: Diámetro promedio de las mediciones a la muestra (cm). | | | | | | |
| Do: Diámetro inicial de la muestras, es el valor del diámetro inferior de molde (cm). | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia





Tabla 79. Datos de la fluidez del mortero experimental al 15%

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|------|-------|--------|--------|--------|--------|------|-------|--------|--------|--------|--------|------|-------|--------|--------|--------|--------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - CUSCO". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de fluidez del mortero experimental al 15% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.057 - 2016 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de la UAC. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 10/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Relación a/c</th> <th>Do (mm)</th> <th>D1 (mm)</th> <th>D2 (mm)</th> <th>D3 (mm)</th> <th>D4 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">MORTERO AL 15%</td> <td>0.48</td> <td>88.05</td> <td>178.20</td> <td>180.20</td> <td>178.05</td> <td>177.40</td> </tr> <tr> <td>0.52</td> <td>88.05</td> <td>185.20</td> <td>186.40</td> <td>186.50</td> <td>187.20</td> </tr> <tr> <td>0.54</td> <td>88.05</td> <td>190.02</td> <td>198.50</td> <td>189.06</td> <td>188.05</td> </tr> <tr> <td>0.56</td> <td>88.05</td> <td>194.20</td> <td>193.20</td> <td>194.50</td> <td>194.30</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) | MORTERO AL 15% | 0.48 | 88.05 | 178.20 | 180.20 | 178.05 | 177.40 | 0.52 | 88.05 | 185.20 | 186.40 | 186.50 | 187.20 | 0.54 | 88.05 | 190.02 | 198.50 | 189.06 | 188.05 | 0.56 | 88.05 | 194.20 | 193.20 | 194.50 | 194.30 |
| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MORTERO AL 15% | 0.48 | 88.05 | 178.20 | 180.20 | 178.05 | 177.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.52 | 88.05 | 185.20 | 186.40 | 186.50 | 187.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.54 | 88.05 | 190.02 | 198.50 | 189.06 | 188.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.56 | 88.05 | 194.20 | 193.20 | 194.50 | 194.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fórmula: $\%f = \left(\frac{D1 - Do}{Do} \right) * 100\%$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Donde: %f: Valor del flujo de la muestra elaborada (%). D1: Diámetro promedio de las mediciones a la muestra (cm). Do: Diámetro inicial de la muestras, es el valor del diámetro inferior de molde (cm). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



Tabla 80. Datos de la fluidez del mortero experimental al 20%

|  FICHA DE LABORATORIO  | | | | | | |
|---|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CEMENTO PÓRTLAND TIPO IP ELABORADO CON RESIDUOS DE MARMOL EN PORCENTAJES DEL 10%, 15% Y 20% PRODUCTO DE LA EXPLOTACION DE LA CANTERA DE CULLPAHUANCA - QUIQUIJANA QUISPICANCHI - | | | | | | |
| ENSAYO: Ensayo de fluidez del mortero experimental al 20% | | | | | | |
| REFERENCIA NORMATIVA: NTP 334.057 - 2016 | | | | | | |
| ELABORADO POR: Bach. Nory Baca Sotomayor | | | | | | |
| LUGAR: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Pavimentos de la UAC. | | | | | | |
| FECHA: 10/06/19 | | | | | | |
| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) |
| MORTERO AL 20% | 0.48 | 88.05 | 182.30 | 183.40 | 185.60 | 184.20 |
| | 0.53 | 88.05 | 190.20 | 189.50 | 189.02 | 190.30 |
| | 0.55 | 88.05 | 192.30 | 192.50 | 193.02 | 193.04 |
| | 0.57 | 88.05 | 200.04 | 202.03 | 204.06 | 203.04 |
| Fórmula: | | | | | | |
| $\%f = \left(\frac{D1 - Do}{Do} \right) * 100\%$ | | | | | | |
| Donde: | | | | | | |
| %f: Valor del flujo de la muestra elaborada (%). | | | | | | |
| D1: Diámetro promedio de las mediciones a la muestra (cm). | | | | | | |
| Do: Diámetro inicial de la muestras, es el valor del diámetro inferior de molde (cm). | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia



3.6. Procedimiento de análisis de datos

3.6.1. Ensayos del agregado fino

3.6.1.1. Ensayo de granulometría y módulo de fineza

a. Procesamiento o cálculo de la prueba

- Luego del tamizado del agregado fino, se registró los pesos retenidos en cada tamiz y con estos resultados se procesaron los cálculos de la siguiente manera:
- Se determinó el porcentaje retenido en cada tamiz haciendo uso de la siguiente expresión:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso total}} \times 100$$

- Luego se determinó el % retenido acumulado.
- Después se halló el % que pasa cada tamiz con la siguiente expresión:

$$\% \text{ que pasa} = 100 \% - \% \text{ Retenido}$$

- Por último se calculó el módulo de fineza con la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \text{Porcentajes Retenidos Acumulados (N°4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100)}}{100}$$

Donde:

MF: Módulo de fineza.

b. Tabla de procedimiento de resultados

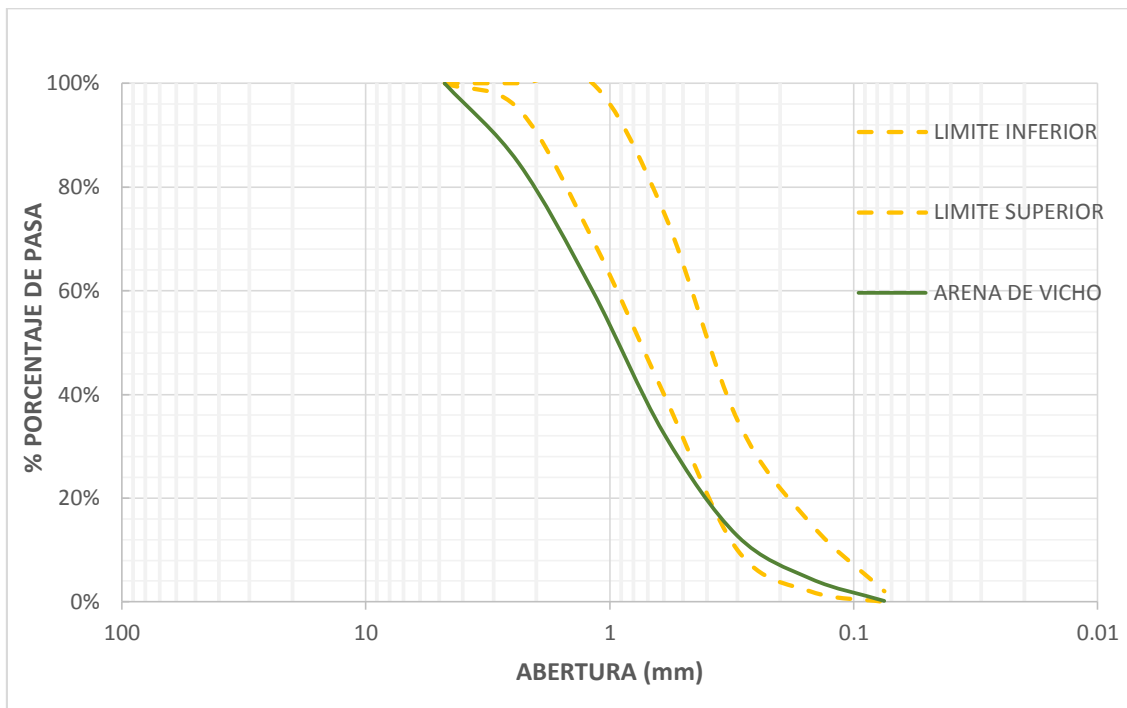
- Agregado fino de la cantera de Vicho

Tabla 81. Análisis de granulometría del agregado fino de la cantera de Vicho

| Arena de Vicho | | Peso inicial de muestra | | 1000 | gr |
|-------------------|---------------|-------------------------|------------|----------------------|------------|
| Tamiz N° | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | % Retenido | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| N° 4 | 4.75 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| N° 8 | 2.36 | 153.50 | 15.40% | 15.40% | 84.60% |
| N° 16 | 1.18 | 243.80 | 24.47% | 39.87% | 60.13% |
| N° 30 | 0.60 | 275.80 | 27.68% | 67.55% | 32.45% |
| N° 50 | 0.30 | 196.50 | 19.72% | 87.27% | 12.73% |
| N° 100 | 0.15 | 82.50 | 8.28% | 95.54% | 4.46% |
| N° 200 | 0.08 | 42.60 | 4.27% | 99.82% | 0.18% |
| Fondo | | 1.80 | 0.18% | 100.00% | 0.00% |
| Peso total | | 996.50 | 100.00% | | |

| | |
|--------------------------|-------|
| Error de ensayo % | 0.35% |
| Módulo de fineza | 3.06 |

Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino de Vicho



- Agregado fino de la cantera de Cunyac.

Tabla 82. Análisis de granulometría del agregado fino de la cantera de Cunyac

| Arena de Cunyac | | Peso inicial de muestra | | 1000 | gr |
|-------------------|---------------|-------------------------|------------|----------------------|------------|
| Tamiz N° | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | % Retenido | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| N° 4 | 4.75 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| N° 8 | 2.36 | 3.70 | 0.37% | 0.37% | 99.63% |
| N° 16 | 1.18 | 32.50 | 3.25% | 3.62% | 96.38% |
| N° 30 | 0.60 | 145.60 | 14.57% | 18.19% | 81.81% |
| N° 50 | 0.30 | 576.30 | 57.66% | 75.86% | 24.14% |
| N° 100 | 0.15 | 197.50 | 19.76% | 95.62% | 4.38% |
| N° 200 | 0.08 | 42.30 | 4.23% | 99.8% | 0.15% |
| Fondo | | 1.50 | 0.15% | 100.00% | 0.00% |
| Peso total | | 999.40 | 100.00% | | |

| | |
|--------------------------|-------|
| Error de ensayo % | 0.06% |
| Módulo de fineza | 1.94 |

Figura 10. Curva granulométrica del agregado fino de Cunyac

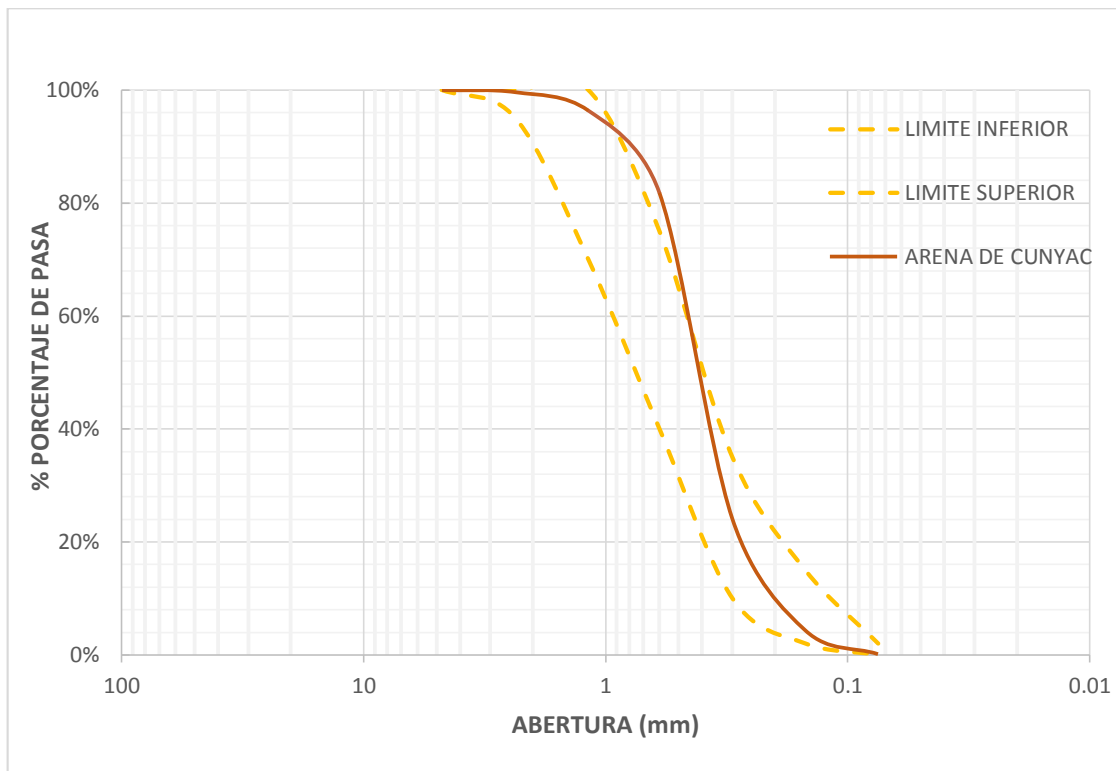


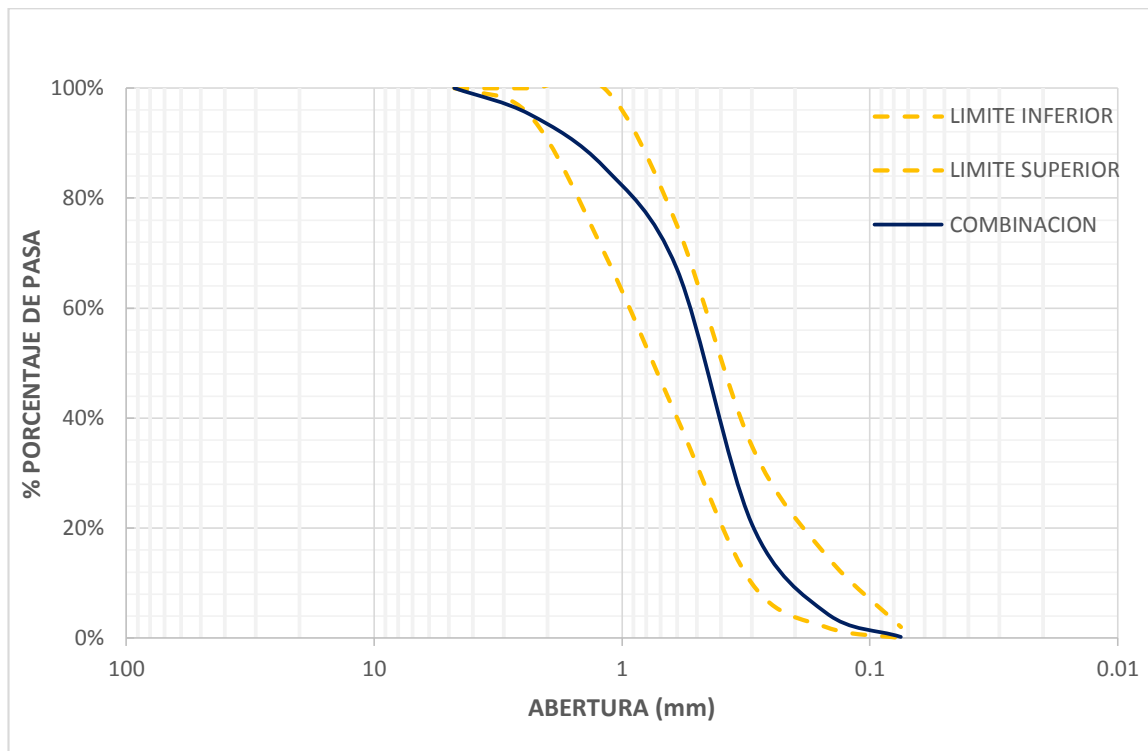
Tabla 83. Análisis de granulometría del agregado combinado Cunyac 70% y Vicho 30%

| 70% Cunyac + 30% Vicho | | Peso inicial de muestra | | 1000 | gr |
|------------------------|---------------|-------------------------|------------|----------------------|------------|
| Tamiz N° | Abertura (mm) | Peso Retenido (gr) | % Retenido | % Retenido acumulado | % Que pasa |
| N° 4 | 4.75 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| N° 8 | 2.36 | 47.60 | 4.77% | 4.77% | 95.23% |
| N° 16 | 1.18 | 96.15 | 9.63% | 14.40% | 85.60% |
| N° 30 | 0.60 | 184.90 | 18.52% | 32.91% | 67.09% |
| N° 50 | 0.30 | 461.70 | 46.24% | 79.15% | 20.85% |
| N° 100 | 0.15 | 162.50 | 16.27% | 95.42% | 4.58% |
| N° 200 | 0.08 | 43.50 | 4.36% | 99.78% | 0.22% |
| Fondo | | 2.20 | 0.22% | 100.00% | 0.00% |
| Peso total | | 998.55 | 100.00% | | |

| | |
|--------------------------|-------|
| Error de ensayo % | 0.15% |
| Módulo de fineza | 2.27 |



Figura 11. Curva granulométrica del agregado combinado Cunyac 70% y Vicho 30%



c. Análisis de la prueba

Como se aprecia en los análisis granulométricos de agregado fino de la cantera de Cunyac y Vicho no cumplen con los parámetros que nos confiere la norma E.070 Albañilería similar a la norma ASTM D-75, en donde recomiendan que la granulometría del agregado fino para morteros debe ser con variedad en el tamaño de las partículas. Por esta razón, se hizo la combinación de ambos agregados en la que sí estén dentro de los parámetros exigidos.

Se llegó a la combinación de 70 % de agregado fino de Cunyac y 30 % de agregado fino de Vicho, en la que dicha combinación cumple con los límites exigidos por la norma con un módulo de fineza de $MF= 2.27$.

Por consiguiente, si el módulo de fineza de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina, si el módulo se encuentra entre 2.3 y 3.1 se trata de una arena mediana y si el módulo de fineza es mayor que 3.1 se trata de una arena gruesa.

Entonces en esta investigación teniendo como resultado un módulo de fineza de 2.27, nos encontramos en el caso de una arena fina.



3.6.1.2. Ensayo de peso específico y absorción de agregado fino

a. Procesamiento o cálculo de la prueba

Se hizo los cálculos con las siguientes expresiones:

Densidad relativa (gravedad específica) (OD)

$$\frac{A}{(B + C - S)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) (SSD)

$$\frac{S}{(B + S - C)}$$

Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente)

$$\frac{A}{(B + A - C)}$$

Densidad (OD), kg/m³

$$\frac{997.5 A}{(B + S - c)}$$

Densidad (SSD), kg/m³

$$\frac{997.5 S}{(B + S - c)}$$

Densidad aparente (SSD), kg/m³

$$\frac{997.5 A}{(B + A - c)}$$

Absorción, %

$$100\left[\frac{(S-A)}{A}\right]$$

Donde:

A = Masa de la muestra seca al horno, (gr)

B = Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, (gr)

C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, (gr)



S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca, (gr)

OD= Seca al horno.

SSD= Saturada superficialmente seca.

b. Tabla de procedimiento de resultados

- Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera de Cunyac

Tabla 84. Análisis de datos del peso específico y absorción del agregado de Vicho

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|---------|--|-----------------|--------|
| A | Masa de la muestra seca al horno | gr | 491.6 |
| B | Masa del picnómetro llenado de agua | gr | 686.9 |
| C | Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua | gr | 1007.5 |
| V | Volumen de la fiola | cm ³ | 500 |
| S | Masa de la muestra de saturado superficialmente seca | gr | 500 |

| | |
|---|---------|
| Densidad relativa (gravedad específica) (OD): $\frac{A}{(B + C - S)}$ | 0.41 |
| Densidad relativa (gravedad específica) (SSD): $\frac{S}{(B + S - C)}$ | 2.79 |
| Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente): $\frac{A}{(B + A - C)}$ | 2.87 |
| Densidad (OD), kg/m ³ $\frac{997.5 A}{(B + S - c)}$ | 2733.39 |
| Densidad (SSD), kg/m ³ $\frac{997.5 S}{(B + S - c)}$ | 2916.67 |
| Densidad aparente (SSD), kg/m ³ $\frac{997.5 A}{(B + A - c)}$ | 2867.67 |
| Absorción, % $100 \left[\frac{(S-A)}{A} \right]$ | 1.71 |



Tabla 85. Análisis de datos del peso específico y absorción del agregado de Cunyac

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|---------|--|-----------------|-------|
| A | Masa de la muestra seca al horno | gr | 494.1 |
| B | Masa del picnómetro llenado de agua | gr | 672.9 |
| C | Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua | gr | 984.7 |
| V | Volumen de la fiola | cm ³ | 500 |
| S | Masa de la muestra de saturado superficialmente seca | gr | 500 |

| | |
|---|---------|
| Densidad relativa (gravedad específica) (OD): $\frac{A}{(B + C - S)}$ | 0.43 |
| Densidad relativa (gravedad específica) (SSD): $\frac{S}{(B + S - C)}$ | 2.66 |
| Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente): $\frac{A}{(B + A - C)}$ | 2.71 |
| Densidad (OD), kg/m ³ $\frac{997.5 A}{(B + S - c)}$ | 2618.84 |
| Densidad (SSD), kg/m ³ $\frac{997.5 S}{(B + S - c)}$ | 2735.87 |
| Densidad aparente (SSD), kg/m ³ $\frac{997.5 A}{(B + A - c)}$ | 2703.59 |
| Absorción, % $100 \left[\frac{(S-A)}{A} \right]$ | 1.19 |



Tabla 86. Análisis de peso específico y absorción del agregado combinado Cunyac 70% y Vicho 30%

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|---------|--|-----------------|--------|
| A | Masa de la muestra seca al horno | gr | 493.9 |
| B | Masa del picnómetro llenado de agua | gr | 687.5 |
| C | Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua | gr | 1003.4 |
| V | Volumen de la fiola | cm ³ | 500 |
| S | Masa de la muestra de saturado superficialmente seca | gr | 500 |

| | |
|---|---------|
| Densidad relativa (gravedad específica) (OD): $\frac{A}{(B + C - S)}$ | 0.41 |
| Densidad relativa (gravedad específica) (SSD): $\frac{S}{(B + S - C)}$ | 2.72 |
| Densidad relativa aparente (gravedad específica aparente): $\frac{A}{(B + A - C)}$ | 2.77 |
| Densidad (OD), kg/m ³ $\frac{997.5 A}{(B + S - c)}$ | 2676.07 |
| Densidad (SSD), kg/m ³ $\frac{997.5 S}{(B + S - c)}$ | 2801.97 |
| Densidad aparente (SSD), kg/m ³ $\frac{997.5 A}{(B + A - c)}$ | 2767.78 |
| Absorción, % $100 \left[\frac{(S-A)}{A} \right]$ | 1.24 |

3.6.1.3. Ensayo de contenido de humedad

a. Procesamiento o cálculo de la prueba

Con la siguiente expresión se determina el contenido de humedad del agregado fino:

$$\%P = \frac{(W - D)}{D} \times 100$$



Donde:

P%: Contenido total de la humedad evaporable de la muestra en porcentaje, (%)

W: Masa de la muestra húmeda original en gramos, (gr)

D: Masa de la muestra seca en gramos, (gr)

b. Tabla de procesamiento de datos

Tabla 87. Análisis de humedad del agregado fino de Cunyac

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|----------------|---------------------|--------|-------|
| W ₀ | Peso inicial | gr | 584.6 |
| W | Peso seco | gr | 571.3 |
| P | Peso del recipiente | gr | 84.6 |

| | |
|-------------------|-----|
| Humedad, % | 2.7 |
|-------------------|-----|

Tabla 88. Análisis de humedad del agregado fino de Vicho

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|---------|---------------------|--------|-------|
| W | Peso inicial | gr | 584.6 |
| D | Peso final | gr | 569.2 |
| T | Peso del recipiente | gr | 84.6 |

| | |
|-------------------|-----|
| Humedad, % | 3.2 |
|-------------------|-----|

Tabla 89. Análisis de humedad del agregado fino combinado Cunyac 70% y Vicho 30%

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|---------|---------------------|--------|-------|
| W | Peso inicial | gr | 584.6 |
| D | Peso final | gr | 570.5 |
| T | Peso del recipiente | gr | 84.6 |

| | |
|-------------------|-----|
| Humedad, % | 2.9 |
|-------------------|-----|

3.6.1.4. Ensayo de peso unitario del agregado fino

a. Cálculo del ensayo

Se calculó el peso unitario suelto y compactado utilizando la siguiente expresión:

$$M_s = \frac{(G_s - T)}{V}$$

$$M_c = \frac{(G_c - T)}{V}$$



Donde:

Ms= Peso unitario del agregado suelto (kg/m³)

Mc= Peso unitario del agregado compactado (kg/m³)

Gs= Peso del recipiente más el agregado suelto (kg)

Gc= Peso del recipiente más el agregado compactado (kg)

T= Peso del recipiente (kg)

V=Volumen del recipiente (m³)

Datos del recipiente:

| Medida | Diámetro del molde (m) |
|-----------------|------------------------|
| 1 | 0.153 |
| 2 | 0.153 |
| 3 | 0.152 |
| promedio | 0.153 |

| Medida | Altura del molde (m) |
|-----------------|----------------------|
| 1 | 0.167 |
| 2 | 0.168 |
| 3 | 0.167 |
| promedio | 0.167 |

b. Tabla de procesamiento de datos

Tabla 90. Análisis de peso unitario del agregado fino de Cunyac

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|---------|---------------------------------------|-------------------|---------|
| T | Masa del recipiente | kg. | 7.565 |
| Gs | Masa del recip. + agregado suelto | kg. | 12.337 |
| Gc | Masa del recip. + agregado compactado | kg. | 12.593 |
| V | Volumen del recipiente | m ³ | 0.003 |
| D | Diámetro del molde | m | 0.153 |
| H | Altura del molde | m | 0.167 |
| | $M_s = \frac{(G_s - T)}{V}$ | Kg/m ³ | 1559.15 |
| | $M_c = \frac{(G_c - T)}{V}$ | Kg/m ³ | 1643.02 |



Tabla 91. Análisis de peso unitario del agregado fino de Vicho

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------|
| T | Masa del recipiente | kg. | 7.540 |
| G _s | Masa del recip. + agregado suelto | kg. | 12.250 |
| G _c | Masa del recip. + agregado compactado | kg. | 12.520 |
| V | Volumen del recipiente | m ³ | 0.003 |
| D | Diámetro del molde | m | 0.153 |
| H | Altura del molde | m | 0.166 |
| $M_s = \frac{(G_s - T)}{V}$ | | Kg/m ³ | 1554.01 |
| $M_c = \frac{(G_c - T)}{V}$ | | Kg/m ³ | 1643.09 |

Tabla 92. Análisis de peso unitario del agregado fino combinado Cunyac 70% y Vicho 30%

| Símbolo | Descripción | Unidad | Valor |
|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------|
| T | Masa del recipiente | kg. | 7.565 |
| G _s | Masa del recip. + agregado suelto | kg. | 11.747 |
| G _c | Masa del recip. + agregado compactado | kg. | 12.110 |
| V | Volumen del recipiente | m ³ | 0.003 |
| D | Diámetro del molde | m | 0.1526 |
| H | Altura del molde | m | 0.167 |
| $M_s = \frac{(G_s - T)}{V}$ | | Kg/m ³ | 1366.37 |
| $M_c = \frac{(G_c - T)}{V}$ | | Kg/m ³ | 1485.09 |

3.6.2. Ensayos para el mortero de cemento

3.6.2.1. Ensayo de adherencia por flexión

a. Procesamiento o cálculo del ensayo

Para determinar los cálculos del ensayo de adherencia por flexión se utilizó la fórmula que nos indica en la norma ASTM E 518. Además, recomienda utilizar el Método de ensayo A (Viga simplemente soportada con cargas a tercios de luz).

$$R = \frac{(P + 0.75Ps)l}{bd^2}$$



Donde:

R=Módulo de ruptura sobre área bruta, MPa (lb/pulg²)

P=Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, N, (lbf)

Ps=Peso (masa) del espécimen (prisma), N, (lbf)

l=Luz, mm (pulg)

b=Ancho promedio del espécimen (prisma), mm (pulg)

d=Espesor promedio del espécimen (prisma), mm (pulg)

c. Tabla de procesamiento de datos

Tabla 93. Análisis de la adherencia por flexión del mortero patrón

| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) | R Kg/cm ² |
|-------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------------------|
| AF-MP-28D-1 | 12.00 | 24.00 | 50.30 | 18.15 | 860 | 6.276 |
| | 12.10 | 24.20 | 50.00 | | | |
| | 11.90 | 24.10 | 49.90 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.00 | 24.10 | 50.07 | | | |
| AF-MP-28D-2 | 12.20 | 24.20 | 49.90 | 17.85 | 850 | 6.109 |
| | 12.00 | 24.00 | 50.00 | | | |
| | 12.10 | 24.30 | 50.10 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.10 | 24.17 | 50.00 | | | |
| AF-MP-28D-3 | 12.30 | 24.10 | 50.00 | 18.35 | 840 | 6.130 |
| | 12.10 | 24.00 | 50.30 | | | |
| | 12.00 | 24.00 | 49.90 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.07 | 24.03 | 50.07 | | | |
| AF-MP-28D-4 | 12.00 | 24.00 | 50.00 | 17.98 | 850 | 6.126 |
| | 12.05 | 24.30 | 50.10 | | | |
| | 12.20 | 24.20 | 50.10 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.08 | 24.17 | 50.07 | | | |
| AF-MP-28D-5 | 12.10 | 24.10 | 50.00 | 18.45 | 860 | 6.120 |
| | 12.40 | 24.20 | 49.90 | | | |
| | 12.30 | 24.10 | 50.20 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.27 | 24.13 | 50.03 | | | |

| | |
|-------------------|--------------|
| R promedio | 6.152 |
|-------------------|--------------|



Tabla 94. Análisis de la adherencia por flexión del mortero experimental al 10%

| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) | R Kg/cm ² |
|----------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------------------|
| AF-RM10%-28D-1 | 12.00 | 24.20 | 50.10 | 18.16 | 870 | 6.303 |
| | 12.10 | 24.00 | 50.10 | | | |
| | 12.20 | 24.10 | 50.20 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.10 | 24.10 | 50.13 | | | |
| AF-RM10%-28D-2 | 12.00 | 24.30 | 50.20 | 18.65 | 860 | 6.213 |
| | 12.30 | 24.10 | 50.00 | | | |
| | 12.00 | 24.00 | 50.10 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.10 | 24.13 | 50.10 | | | |
| AF-RM10%-28D-3 | 12.10 | 23.90 | 49.90 | 17.9 | 880 | 6.388 |
| | 12.00 | 24.10 | 50.10 | | | |
| | 11.90 | 24.20 | 50.00 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.07 | 24.07 | 50.00 | | | |
| AF-RM10%-28D-4 | 12.10 | 24.10 | 50.20 | 19.1 | 850 | 6.140 |
| | 12.20 | 24.20 | 50.10 | | | |
| | 11.90 | 24.30 | 50.30 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.07 | 24.20 | 50.20 | | | |
| AF-RM10%-28D-5 | 12.00 | 24.10 | 49.90 | 18.7 | 860 | 6.223 |
| | 12.10 | 24.20 | 50.20 | | | |
| | 12.30 | 23.90 | 50.00 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.13 | 24.07 | 50.03 | | | |

| | |
|-------------------|--------------|
| R promedio | 6.254 |
|-------------------|--------------|



Tabla 95. Análisis de la adherencia por flexión del mortero experimental al 15%

| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) | R Kg/cm ² |
|----------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------------------|
| AF-RM15%-28D-1 | 12.20 | 24.00 | 49.90 | 18.5 | 910 | 6.632 |
| | 12.10 | 23.90 | 50.00 | | | |
| | 12.00 | 24.10 | 50.20 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.10 | 24.00 | 50.03 | | | |
| AF-RM15%-28D-2 | 12.20 | 24.20 | 50.30 | 19.25 | 920 | 6.329 |
| | 13.90 | 24.00 | 50.10 | | | |
| | 12.00 | 24.20 | 49.90 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.70 | 24.13 | 50.10 | | | |
| AF-RM15%-28D-3 | 12.10 | 24.30 | 50.20 | 18.35 | 930 | 6.604 |
| | 12.20 | 24.10 | 50.30 | | | |
| | 12.00 | 24.00 | 50.10 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.32 | 24.13 | 50.20 | | | |
| AF-RM15%-28D-4 | 12.10 | 24.00 | 50.00 | 18.6 | 910 | 6.619 |
| | 12.30 | 24.10 | 50.00 | | | |
| | 12.00 | 23.90 | 50.20 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.13 | 24.00 | 50.07 | | | |
| AF-RM15%-28D-5 | 12.40 | 24.20 | 50.00 | 17.98 | 940 | 6.747 |
| | 12.20 | 23.90 | 50.10 | | | |
| | 12.10 | 24.00 | 49.90 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.23 | 24.03 | 50.00 | | | |

| | |
|-------------------|--------------|
| R promedio | 6.586 |
|-------------------|--------------|



Tabla 96. Análisis de la adherencia por flexión del mortero experimental al 20%

| MUESTRA | b (cm) | d (cm) | l (cm) | Ps (Kg) | P (Kgf) | R Kg/cm ² |
|----------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------------------|
| AF-RM20%-28D-1 | 12.30 | 24.00 | 49.90 | 18.7 | 880 | 6.379 |
| | 12.20 | 24.10 | 50.00 | | | |
| | 12.00 | 23.90 | 50.10 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.17 | 24.00 | 50.00 | | | |
| AF-RM20%-28D-2 | 11.90 | 24.10 | 50.20 | 19.2 | 890 | 6.533 |
| | 12.10 | 24.00 | 50.00 | | | |
| | 12.00 | 24.00 | 50.00 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.00 | 24.03 | 50.07 | | | |
| AF-RM20%-28D-3 | 12.00 | 24.20 | 50.20 | 18.7 | 870 | 6.278 |
| | 12.20 | 24.00 | 50.10 | | | |
| | 12.00 | 24.30 | 50.00 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.08 | 24.17 | 50.10 | | | |
| AF-RM20%-28D-4 | 12.30 | 24.10 | 49.90 | 18.9 | 880 | 6.361 |
| | 12.00 | 24.00 | 50.30 | | | |
| | 12.10 | 24.20 | 50.20 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.13 | 24.10 | 50.13 | | | |
| AF-RM20%-28D-5 | 12.00 | 24.30 | 50.10 | 18.35 | 890 | 6.501 |
| | 11.90 | 24.00 | 50.00 | | | |
| | 12.20 | 23.90 | 50.30 | | | |
| | Promedio | Promedio | Promedio | | | |
| | 12.03 | 24.07 | 50.13 | | | |

| | |
|-------------------|--------------|
| R promedio | 6.410 |
|-------------------|--------------|

c. Análisis de la prueba

Según los resultados del ensayo de resistencia a la adherencia por flexión, siendo esta la propiedad más importante de la albañilería se observa que el mortero patrón llega a una resistencia igual a $R=6.15 \text{ Kg/cm}^2$, también, se aprecia que el mortero de cemento Pórtland tipo IP adicionado con 15 % de residuos de mármol presenta un aumento de la resistencia en



R=6.586 Kg/cm² con respecto al mortero patrón. Por otro lado, el mortero con adición del 20 % de residuos de mármol experimenta una caída de su resistencia.

3.6.2.2. Ensayo de resistencia a la compresión de morteros de cemento

a. Procesamiento o cálculo del ensayo

Se tomó datos de las medidas de cada muestra cúbica con el vernier, luego, que se sometió a una fuerza de compresión se anotó la fuerza cuando falló el espécimen.

Se calculó la resistencia a compresión de cada espécimen en sus respectivas edades con la siguiente expresión.

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_m : Resistencia a compresión en (Mpa)

P: es la carga máxima total en (N)

A: es el área de la superficie de carga en (mm²)

b. Tabla de procesamiento de datos

Tabla 97. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 7 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|-----------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-MP-7D-1 | 5.05 | 5.00 | 5.11 | 5.34 | 4.93 | 5.02 | 5.31 | 5.25 | 3770 | 26.29 | 143.40 |
| C-MP-7D-2 | 5.15 | 5.11 | 5.12 | 4.92 | 5.37 | 5.24 | 5.11 | 5.32 | 3980 | 26.70 | 149.05 |
| C-MP-7D-3 | 5.21 | 5.22 | 5.21 | 5.22 | 5.32 | 5.13 | 5.23 | 5.23 | 3940 | 27.25 | 144.57 |
| C-MP-7D-4 | 5.16 | 5.05 | 5.01 | 5.12 | 5.26 | 5.31 | 5.13 | 5.12 | 3850 | 26.45 | 145.56 |

| | |
|--------------|--------|
| f'm promedio | 145.64 |
|--------------|--------|



Tabla 98. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 14 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-MP-14D-1 | 4.86 | 5.11 | 4.96 | 5.12 | 5.11 | 5.15 | 5.15 | 5.12 | 4860 | 25.72 | 188.99 |
| C-MP-14D-2 | 5.13 | 5.22 | 5.13 | 5.12 | 5.15 | 5.21 | 5.13 | 5.12 | 4960 | 26.53 | 186.97 |
| C-MP-14D-3 | 5.11 | 5.04 | 5.14 | 5.22 | 5.12 | 5.04 | 5.11 | 5.12 | 4650 | 26.14 | 177.90 |
| C-MP-14D-4 | 5.15 | 5.70 | 5.65 | 5.45 | 5.10 | 5.10 | 5.25 | 5.15 | 4780 | 28.30 | 168.91 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 180.69 |
|---------------------|---------------|

Tabla 99. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 21 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|-------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C- MP-21D-1 | 5.12 | 5.11 | 5.12 | 5.15 | 5.16 | 5.11 | 5.11 | 5.15 | 6470 | 26.30 | 245.97 |
| C- MP-21D-2 | 5.11 | 5.05 | 5.11 | 5.05 | 5.24 | 5.02 | 5.05 | 5.12 | 6520 | 25.94 | 251.32 |
| C- MP-21D-3 | 5.12 | 5.14 | 5.13 | 5.22 | 5.22 | 5.24 | 5.27 | 5.12 | 5870 | 26.83 | 218.82 |
| C- MP-21D-4 | 5.21 | 5.01 | 5.22 | 5.11 | 5.23 | 5.13 | 5.04 | 5.25 | 5760 | 26.50 | 217.33 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 233.36 |
|---------------------|---------------|

Tabla 100. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero patrón a los 28 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-MP-28D-1 | 5.14 | 5.15 | 5.13 | 5.13 | 5.11 | 5.14 | 5.25 | 5.11 | 8460 | 26.46 | 319.68 |
| C-MP-28D-2 | 5.11 | 5.23 | 5.15 | 5.16 | 5.13 | 5.12 | 5.12 | 5.11 | 8530 | 26.43 | 322.71 |
| C-MP-28D-3 | 5.14 | 5.21 | 5.21 | 5.12 | 5.31 | 5.14 | 5.17 | 5.24 | 8450 | 26.95 | 313.51 |
| C-MP-28D-4 | 5.12 | 5.11 | 5.12 | 5.12 | 5.12 | 5.22 | 5.22 | 5.23 | 8420 | 26.58 | 316.84 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 318.18 |
|---------------------|---------------|



Tabla 101. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 10 % a los 7 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|-------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M10%-7D-1 | 5.15 | 5.05 | 5.12 | 5.18 | 5.03 | 5.02 | 5.11 | 5.12 | 3820 | 25.96 | 147.15 |
| C-M10%-7D-2 | 5.01 | 5.00 | 5.21 | 5.17 | 5.21 | 5.17 | 5.15 | 5.24 | 3780 | 26.46 | 142.84 |
| C-M10%-7D-3 | 5.15 | 5.12 | 5.22 | 5.15 | 5.22 | 5.02 | 5.12 | 5.24 | 3850 | 26.56 | 144.93 |
| C-M10%-7D-4 | 5.11 | 5.15 | 5.12 | 5.13 | 5.14 | 5.12 | 5.13 | 5.33 | 3920 | 26.53 | 147.77 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 145.67 |
|---------------------|---------------|

Tabla 102. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 10 % a los 14 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M10%-14D-1 | 4.93 | 5.21 | 4.92 | 5.21 | 5.01 | 5.22 | 5.21 | 5.04 | 4820 | 25.93 | 185.87 |
| C-M10%-14D-2 | 5.02 | 5.3 | 5.01 | 5.31 | 5.14 | 5.32 | 5.33 | 4.95 | 4860 | 26.73 | 181.79 |
| C-M10%-14D-3 | 5.05 | 5.16 | 5.23 | 5.13 | 5.01 | 5.21 | 5.21 | 5.16 | 4530 | 26.46 | 171.19 |
| C-M10%-14D-4 | 5.11 | 5.13 | 5.12 | 5.12 | 5.24 | 5.11 | 5.14 | 5.16 | 4740 | 26.43 | 179.33 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 179.54 |
|---------------------|---------------|

Tabla 103. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 10 % a los 21 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M10%-21D-1 | 5.05 | 5.11 | 5.06 | 5.03 | 5.24 | 5.01 | 5.05 | 5.23 | 6340 | 25.97 | 244.09 |
| C-M10%-21D-2 | 5.13 | 5.21 | 5.22 | 5.01 | 5.24 | 5.04 | 5.12 | 5.23 | 6210 | 26.50 | 234.36 |
| C-M10%-21D-3 | 5.22 | 5.03 | 5.24 | 5.01 | 5.24 | 5.04 | 5.12 | 5.23 | 6230 | 26.41 | 235.88 |
| C-M10%-21D-4 | 5.17 | 5.28 | 5.01 | 5.17 | 5.17 | 5.22 | 5.28 | 5.03 | 6180 | 26.67 | 231.69 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 236.51 |
|---------------------|---------------|



Tabla 104. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 10 % a los 28 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M10%-28D-1 | 5.04 | 5.13 | 5.05 | 5.15 | 5.06 | 5.12 | 5.12 | 5.02 | 8420 | 25.86 | 325.66 |
| C-M10%-28D-2 | 5.11 | 5.02 | 5.03 | 5.02 | 5.05 | 5.02 | 5.05 | 5.15 | 8310 | 25.56 | 325.13 |
| C-M10%-28D-3 | 5.03 | 5.12 | 5.12 | 5.14 | 5.13 | 5.15 | 5.14 | 5.03 | 7820 | 26.06 | 300.07 |
| C-M10%-28D-4 | 5.01 | 5.15 | 5.15 | 5.01 | 5.03 | 5.07 | 5.16 | 5.15 | 8320 | 25.91 | 321.15 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 318.00 |
|---------------------|---------------|

Tabla 105. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 15 % a los 7 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|-------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M15%-7D-1 | 5.11 | 5.03 | 5.02 | 5.04 | 5.01 | 5.14 | 5.17 | 5.12 | 3520 | 25.80 | 136.43 |
| C-M15%-7D-2 | 5.15 | 5.05 | 5.25 | 5.13 | 5.02 | 5.04 | 5.24 | 5.23 | 3650 | 26.40 | 138.23 |
| C-M15%-7D-3 | 5.06 | 5.18 | 5.07 | 5.03 | 5.02 | 5.15 | 5.02 | 5.28 | 3670 | 26.02 | 141.06 |
| C-M15%-7D-4 | 5.11 | 5.14 | 5.22 | 5.11 | 5.12 | 5.05 | 5.08 | 5.23 | 3745 | 26.33 | 142.24 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 139.49 |
|---------------------|---------------|

Tabla 106. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 15 % a los 14 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M15%-14D-1 | 5.15 | 5.24 | 5.23 | 5.14 | 5.12 | 5.11 | 5.02 | 5.24 | 4450 | 26.58 | 167.39 |
| C-M15%-14D-2 | 5.11 | 5.26 | 5.21 | 5.12 | 5.11 | 5.14 | 5.14 | 5.15 | 4570 | 26.57 | 172.02 |
| C-M15%-14D-3 | 5.02 | 5.05 | 5.03 | 5.11 | 5.04 | 5.12 | 5.11 | 5.16 | 4520 | 25.79 | 175.28 |
| C-M15%-14D-4 | 5.01 | 5.02 | 5.02 | 5.02 | 5.13 | 5.04 | 5.14 | 5.18 | 4470 | 25.70 | 173.96 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 172.16 |
|---------------------|---------------|



Tabla 107. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 15 % a los 21 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M15%-21D-1 | 5.16 | 5.14 | 5.13 | 5.27 | 5.13 | 5.18 | 5.14 | 5.16 | 5740 | 26.66 | 215.33 |
| C-M15%-21D-2 | 5.13 | 5.15 | 5.14 | 5.15 | 5.13 | 5.14 | 5.25 | 5.13 | 5690 | 26.54 | 214.38 |
| C-M15%-21D-3 | 5.24 | 5.02 | 5.02 | 5.15 | 5.03 | 5.21 | 5.04 | 5.11 | 5780 | 26.01 | 222.22 |
| C-M15%-21D-4 | 5.02 | 5.03 | 5.04 | 5.14 | 5.03 | 5.04 | 5.03 | 5.04 | 5980 | 25.45 | 235.01 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 221.73 |
|---------------------|---------------|

Tabla 108. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 15 % a los 28 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M15%-28D-1 | 5.13 | 5.14 | 5.12 | 5.04 | 5.03 | 5.11 | 5.11 | 5.12 | 7790 | 26.00 | 299.65 |
| C-M15%-28D-2 | 5.03 | 5.16 | 5.16 | 5.03 | 5.13 | 5.03 | 5.13 | 5.13 | 7670 | 25.99 | 295.13 |
| C-M15%-28D-3 | 5.11 | 5.11 | 5.24 | 5.22 | 5.14 | 5.16 | 5.13 | 5.12 | 7850 | 26.55 | 295.67 |
| C-M15%-28D-4 | 5.23 | 5.03 | 5.07 | 5.23 | 5.03 | 5.04 | 5.21 | 5.06 | 7840 | 26.12 | 300.14 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 297.65 |
|---------------------|---------------|

Tabla 109. Análisis de resistencia a la compresión del mortero al 20 % a los 7 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|-------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M20%-7D-1 | 5.21 | 5.07 | 5.26 | 5.08 | 5.3 | 5.02 | 5.02 | 5.24 | 2610 | 26.51 | 98.45 |
| C-M20%-7D-2 | 5.02 | 5.04 | 5.14 | 5.11 | 5.12 | 5.02 | 5.12 | 5.04 | 2750 | 25.77 | 106.72 |
| C-M20%-7D-3 | 5.11 | 5.16 | 5.25 | 5.21 | 5.04 | 5.12 | 5.21 | 5.11 | 3250 | 26.54 | 122.47 |
| C-M20%-7D-4 | 5.31 | 5.07 | 5.3 | 5.15 | 5.33 | 5.12 | 5.13 | 5.31 | 2940 | 27.19 | 108.14 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 108.94 |
|---------------------|---------------|



Tabla 110. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 20 % a los 14 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M20%-14D-1 | 5.12 | 5.01 | 5.02 | 5.12 | 5.14 | 5.2 | 5.14 | 5.21 | 3800 | 26.20 | 145.06 |
| C-M20%-14D-2 | 5.04 | 5.31 | 5.17 | 5.35 | 5.02 | 5.37 | 5.32 | 5.01 | 3610 | 26.99 | 133.76 |
| C-M20%-14D-3 | 5.11 | 5.11 | 5.22 | 5.12 | 5.23 | 5.14 | 5.23 | 5.26 | 3420 | 26.80 | 127.61 |
| C-M20%-14D-4 | 5.15 | 5.02 | 5.11 | 5.18 | 5.13 | 5.22 | 5.21 | 5.05 | 3810 | 26.33 | 144.68 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 137.78 |
|---------------------|---------------|

Tabla 111. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 20 % a los 21 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M20%-21D-1 | 5.11 | 5.03 | 5.14 | 5.03 | 5.11 | 5.03 | 5.01 | 5.04 | 3520 | 25.61 | 137.42 |
| C-M20%-21D-2 | 5.12 | 5.11 | 5.13 | 5.01 | 5.03 | 5.11 | 5.16 | 5.13 | 3970 | 26.01 | 152.64 |
| C-M20%-21D-3 | 5.15 | 5.16 | 5.21 | 5.15 | 5.12 | 5.17 | 5.13 | 5.16 | 3730 | 26.57 | 140.36 |
| C-M20%-21D-4 | 5.15 | 5.13 | 5.09 | 5.12 | 5.13 | 5.15 | 5.04 | 5.02 | 4110 | 26.03 | 157.89 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 147.08 |
|---------------------|---------------|

Tabla 112. Análisis de la resistencia a la compresión del mortero al 20 % a los 28 días

| MUESTRA | Cara Superior (cm) | | Cara Intermedia (cm) | | | | Cara Base (cm) | | Pu (Kgf) | Área (cm ²) | f'm (Kg/cm ²) |
|--------------|--------------------|------|----------------------|------|------|------|----------------|------|----------|-------------------------|---------------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | |
| C-M20%-28D-1 | 5.12 | 5.06 | 5.05 | 5.12 | 5.07 | 5.14 | 5.15 | 5.2 | 4520 | 26.14 | 172.93 |
| C-M20%-28D-2 | 5.01 | 5.12 | 5.02 | 5.13 | 5.13 | 5.12 | 5.03 | 5.15 | 4640 | 25.88 | 179.28 |
| C-M20%-28D-3 | 5.12 | 5.04 | 5.03 | 5.14 | 5.04 | 5.13 | 5.15 | 5.14 | 4680 | 25.98 | 180.11 |
| C-M20%-28D-4 | 5.07 | 5.24 | 5.05 | 5.04 | 5.23 | 5.01 | 5.04 | 5.23 | 4720 | 26.14 | 180.58 |

| | |
|---------------------|---------------|
| f'm promedio | 178.23 |
|---------------------|---------------|



c. Análisis de la prueba

Con los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión se observa que la resistencia del mortero patrón con el mortero de cemento Pórtland tipo IP al 10 % con residuos de mármol la diferencia de las resistencias es mínima a los 7, 14, 21 y 28 días. A partir del reemplazo del 15 % con residuos de mármol la resistencia empieza a descender en las diferentes edades. Finalmente, se observa notoriamente que el mortero con reemplazo del 20 % con residuos de mármol la fuerza de resistencia a la compresión sufre una brusca caída con respecto al mortero patrón en todas las edades.

3.6.2.3. Ensayo de resistencia a la flexión

a. Procesamiento o cálculo del ensayo

Para determinar los cálculos del ensayo de resistencia a la flexión se utilizó la fórmula que nos indica en la norma NTP 334.120-2016.

$$R_f = 0.0028 P$$

Donde:

Rf: Resistencia a la flexión, (MPa)

P: Carga máxima total, (N)

b. Tabla de procesamiento de datos

Tabla 113. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 7 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-MP-7D-1 | 4.15 | 4.06 | 16.10 | 16.20 | 16.30 | 16.15 | 4.17 | 4.22 | 170 | 1667.139 | 4.668 | 47.600 |
| F-MP-7D-2 | 4.12 | 4.21 | 16.20 | 17.15 | 16.25 | 16.30 | 4.16 | 4.23 | 180 | 1765.206 | 4.943 | 50.400 |
| F-MP-7D-3 | 4.02 | 4.06 | 16.25 | 16.10 | 16.15 | 16.10 | 4.05 | 4.25 | 160 | 1569.072 | 4.393 | 44.800 |
| F-MP-7D-4 | 4.04 | 4.01 | 16.20 | 16.25 | 16.30 | 16.50 | 4.10 | 4.25 | 170 | 1667.139 | 4.668 | 47.600 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 47.600 | |



Tabla 114. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 14 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm ² |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-MP-14D-1 | 4.03 | 4.04 | 16.35 | 16.10 | 16.20 | 16.50 | 4.23 | 4.15 | 220 | 2157.474 | 6.041 | 61.601 |
| F-MP-14D-2 | 4.11 | 4.22 | 16.20 | 16.30 | 16.04 | 16.05 | 4.11 | 4.30 | 210 | 2059.407 | 5.766 | 58.801 |
| F-MP-14D-3 | 4.01 | 4.21 | 16.25 | 16.30 | 16.70 | 16.65 | 4.02 | 4.26 | 220 | 2157.474 | 6.041 | 61.601 |
| F-MP-14D-4 | 4.12 | 4.25 | 16.40 | 16.50 | 16.04 | 16.25 | 4.12 | 4.28 | 210 | 2059.407 | 5.766 | 58.801 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 60.201 | |

Tabla 115. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 21 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm ² |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-MP-21D-1 | 4.12 | 4.23 | 16.20 | 16.10 | 16.40 | 16.35 | 4.23 | 4.12 | 350 | 3432.345 | 9.611 | 98.001 |
| F-MP-21D-2 | 4.14 | 4.26 | 16.10 | 16.35 | 16.45 | 16.30 | 4.24 | 4.12 | 360 | 3530.412 | 9.885 | 100.801 |
| F-MP-21D-3 | 4.03 | 4.23 | 16.20 | 16.70 | 16.50 | 16.45 | 4.03 | 4.27 | 340 | 3334.278 | 9.336 | 95.201 |
| F-MP-21D-4 | 4.11 | 4.25 | 16.15 | 16.41 | 16.05 | 16.15 | 4.13 | 4.27 | 330 | 3236.211 | 9.061 | 92.401 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 96.601 | |

Tabla 116. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero patrón a los 28 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm ² |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|----------------|-----------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-MP-28D-1 | 4.05 | 4.20 | 16.15 | 16.03 | 16.10 | 16.12 | 4.20 | 4.25 | 410 | 4020.747 | 11.258 | 114.801 |
| F-MP-28D-2 | 4.02 | 4.15 | 16.20 | 16.07 | 16.20 | 16.15 | 4.15 | 4.12 | 390 | 3824.613 | 10.709 | 109.201 |
| F-MP-28D-3 | 4.11 | 4.45 | 16.05 | 16.25 | 16.30 | 16.10 | 4.05 | 4.16 | 380 | 3726.546 | 10.434 | 106.401 |
| F-MP-28D-4 | 4.15 | 4.05 | 16.02 | 16.30 | 16.35 | 16.04 | 4.23 | 4.07 | 370 | 3628.479 | 10.160 | 103.601 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 108.501 | |



Tabla 117. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 10% a los 7 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm ² |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M10%-7D-1 | 4.03 | 4.12 | 16.40 | 16.30 | 16.25 | 16.10 | 4.03 | 4.14 | 180 | 1765.206 | 4.943 | 50.400 |
| F-M10%-7D-2 | 4.05 | 4.03 | 16.20 | 16.10 | 16.25 | 16.10 | 4.12 | 4.15 | 170 | 1667.139 | 4.668 | 47.600 |
| F-M10%-7D-3 | 4.06 | 4.16 | 16.70 | 16.25 | 16.50 | 16.45 | 4.06 | 4.02 | 140 | 1372.938 | 3.844 | 39.200 |
| F-M10%-7D-4 | 4.04 | 4.15 | 16.45 | 16.60 | 16.70 | 16.45 | 4.08 | 4.17 | 170 | 1667.139 | 4.668 | 47.600 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 46.200 | |

Tabla 118. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 10% a los 14 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm ² |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M10%-14D-1 | 4.02 | 4.25 | 16.20 | 16.10 | 16.23 | 16.05 | 4.15 | 4.60 | 230 | 2255.541 | 6.316 | 64.401 |
| F-M10%-14D-2 | 4.60 | 4.45 | 16.01 | 16.30 | 16.50 | 16.10 | 4.20 | 4.30 | 210 | 2059.407 | 5.766 | 58.801 |
| F-M10%-14D-3 | 4.02 | 4.25 | 16.25 | 16.50 | 16.30 | 16.15 | 4.01 | 4.25 | 240 | 2353.608 | 6.590 | 67.201 |
| F-M10%-14D-4 | 4.25 | 4.70 | 16.30 | 16.40 | 16.50 | 16.20 | 4.15 | 4.60 | 220 | 2157.474 | 6.041 | 61.601 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 63.001 | |

Tabla 119. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 10% a los 21 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm ² |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------------------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M10%-21D-1 | 4.03 | 4.15 | 16.35 | 16.10 | 16.05 | 16.45 | 4.35 | 4.06 | 320 | 3138.144 | 8.787 | 89.601 |
| F-M10%-21D-2 | 4.15 | 4.02 | 16.04 | 16.50 | 16.02 | 16.40 | 4.05 | 4.04 | 340 | 3334.278 | 9.336 | 95.201 |
| F-M10%-21D-3 | 4.04 | 4.06 | 16.30 | 16.05 | 16.40 | 16.35 | 4.23 | 4.15 | 320 | 3138.144 | 8.787 | 89.601 |
| F-M10%-21D-4 | 4.02 | 4.03 | 16.40 | 16.40 | 16.05 | 16.06 | 4.04 | 4.06 | 330 | 3236.211 | 9.061 | 92.401 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 91.701 | |



Tabla 120. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 10% a los 28 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|----------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M10%-28D-1 | 4.10 | 4.25 | 16.23 | 16.20 | 16.35 | 16.30 | 4.10 | 4.02 | 370 | 3628.479 | 10.160 | 103.601 |
| F-M10%-28D-2 | 4.05 | 4.15 | 16.07 | 16.25 | 16.26 | 16.24 | 4.16 | 4.15 | 380 | 3726.546 | 10.434 | 106.401 |
| F-M10%-28D-3 | 4.07 | 4.23 | 16.08 | 16.30 | 16.30 | 16.28 | 4.07 | 4.30 | 360 | 3530.412 | 9.885 | 100.801 |
| F-M10%-28D-4 | 4.20 | 4.06 | 16.10 | 16.05 | 16.08 | 16.06 | 4.12 | 4.12 | 360 | 3530.412 | 9.885 | 100.801 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 102.901 | |

Tabla 121. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 15% a los 7 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M15%-7D-1 | 4.06 | 4.15 | 16.30 | 16.10 | 16.20 | 16.10 | 4.06 | 4.17 | 160 | 1569.072 | 4.393 | 44.800 |
| F-M15%-7D-2 | 4.02 | 4.11 | 16.25 | 16.20 | 16.40 | 16.25 | 4.02 | 4.15 | 150 | 1471.005 | 4.119 | 42.000 |
| F-M15%-7D-3 | 4.06 | 4.03 | 16.25 | 16.45 | 16.30 | 16.20 | 4.11 | 4.02 | 170 | 1667.139 | 4.668 | 47.600 |
| F-M15%-7D-4 | 4.02 | 4.13 | 16.40 | 16.60 | 15.75 | 16.55 | 4.04 | 4.13 | 170 | 1667.139 | 4.668 | 47.600 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 45.500 | |

Tabla 122. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 15% a los 14 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M15%-14D-1 | 4.55 | 4.15 | 16.10 | 16.75 | 15.95 | 16.60 | 4.21 | 4.07 | 220 | 2157.474 | 6.041 | 61.601 |
| F-M15%-14D-2 | 4.13 | 4.26 | 16.25 | 16.30 | 16.50 | 16.45 | 4.12 | 4.10 | 240 | 2353.608 | 6.590 | 67.201 |
| F-M15%-14D-3 | 4.02 | 4.60 | 16.50 | 16.20 | 16.40 | 16.55 | 4.35 | 4.15 | 220 | 2157.474 | 6.041 | 61.601 |
| F-M15%-14D-4 | 4.15 | 4.35 | 16.15 | 16.05 | 16.40 | 16.25 | 4.30 | 4.25 | 210 | 2059.407 | 5.766 | 58.801 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 62.301 | |



Tabla 123. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 15% a los 21 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf | Rf |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|--------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | Mpa | Kg/cm2 |
| F-M15%-21D-1 | 4.02 | 4.15 | 16.20 | 16.15 | 16.30 | 16.10 | 4.01 | 4.14 | 320 | 3138.144 | 8.787 | 89.601 |
| F-M15%-21D-2 | 4.12 | 4.25 | 16.25 | 16.40 | 16.60 | 16.70 | 4.20 | 4.23 | 340 | 3334.278 | 9.336 | 95.201 |
| F-M15%-21D-3 | 4.13 | 4.22 | 16.25 | 16.70 | 16.50 | 16.70 | 4.12 | 4.25 | 350 | 3432.345 | 9.611 | 98.001 |
| F-M15%-21D-4 | 4.05 | 4.25 | 16.45 | 16.40 | 16.10 | 16.05 | 4.04 | 4.25 | 340 | 3334.278 | 9.336 | 95.201 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 94.501 | |

Tabla 124. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 15% a los 28 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf | Rf |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|----------------|---------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | Mpa | Kg/cm2 |
| F-M15%-28D-1 | 4.02 | 4.27 | 16.50 | 16.30 | 16.35 | 16.05 | 4.22 | 4.24 | 370 | 3628.479 | 10.160 | 103.601 |
| F-M15%-28D-2 | 4.27 | 4.24 | 16.25 | 16.20 | 16.15 | 16.25 | 4.23 | 4.15 | 360 | 3530.412 | 9.885 | 100.801 |
| F-M15%-28D-3 | 4.01 | 4.22 | 16.23 | 16.10 | 16.30 | 16.20 | 4.25 | 4.15 | 350 | 3432.345 | 9.611 | 98.001 |
| F-M15%-28D-4 | 4.21 | 4.13 | 16.15 | 16.50 | 16.25 | 16.45 | 4.23 | 4.26 | 350 | 3432.345 | 9.611 | 98.001 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 100.101 | |

Tabla 125. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 20% a los 7 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf | Rf |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|--------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | Mpa | Kg/cm2 |
| F-M20%-7D-1 | 4.10 | 4.34 | 16.00 | 16.10 | 16.20 | 16.80 | 4.14 | 4.31 | 120 | 1176.804 | 3.295 | 33.600 |
| F-M20%-7D-2 | 4.32 | 4.12 | 16.10 | 16.70 | 16.50 | 15.90 | 4.25 | 4.40 | 140 | 1372.938 | 3.844 | 39.200 |
| F-M20%-7D-3 | 4.32 | 4.04 | 16.10 | 16.30 | 16.20 | 15.85 | 4.50 | 4.32 | 120 | 1176.804 | 3.295 | 33.600 |
| F-M20%-7D-4 | 4.26 | 4.03 | 16.10 | 16.80 | 16.40 | 16.25 | 4.02 | 4.37 | 130 | 1274.871 | 3.570 | 36.400 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 35.700 | |



Tabla 126. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 20% a los 14 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M20%-14D-1 | 4.15 | 4.21 | 15.75 | 16.55 | 16.60 | 16.70 | 4.23 | 4.16 | 200 | 1961.34 | 5.492 | 56.000 |
| F-M20%-14D-2 | 4.11 | 4.26 | 17.10 | 16.20 | 16.55 | 16.45 | 4.15 | 4.27 | 210 | 2059.407 | 5.766 | 58.801 |
| F-M20%-14D-3 | 4.16 | 3.95 | 16.20 | 16.25 | 16.50 | 16.40 | 4.02 | 4.16 | 210 | 2059.407 | 5.766 | 58.801 |
| F-M20%-14D-4 | 4.15 | 4.13 | 16.15 | 16.05 | 16.10 | 16.35 | 4.16 | 4.21 | 200 | 1961.34 | 5.492 | 56.000 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 57.401 | |

Tabla 127. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 20% a los 21 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M20%-21D-1 | 4.13 | 4.24 | 16.45 | 16.25 | 16.50 | 16.20 | 4.10 | 4.25 | 290 | 2843.943 | 7.963 | 81.201 |
| F-M20%-21D-2 | 4.12 | 4.21 | 16.35 | 16.40 | 16.30 | 16.50 | 4.03 | 4.23 | 280 | 2745.876 | 7.688 | 78.401 |
| F-M20%-21D-3 | 4.03 | 4.21 | 16.50 | 16.20 | 16.30 | 16.40 | 4.16 | 4.22 | 290 | 2843.943 | 7.963 | 81.201 |
| F-M20%-21D-4 | 4.25 | 4.15 | 16.30 | 16.10 | 16.20 | 16.25 | 4.25 | 4.05 | 270 | 2647.809 | 7.414 | 75.601 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 79.101 | |

Tabla 128. Análisis de la resistencia a la flexión del mortero al 20% a los 28 días

| MUESTRA | Altura (cm) | | Longitud (cm) | | | | Base (cm) | | P (kgf) | P (N) | Rf Mpa | Rf Kg/cm2 |
|--------------------|-------------|------|---------------|-------|-------|-------|-----------|------|---------|----------|---------------|-----------|
| | L1 | L2 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | | | | |
| F-M20%-28D-1 | 4.13 | 4.24 | 16.25 | 16.35 | 16.45 | 16.05 | 4.05 | 4.01 | 310 | 3040.077 | 8.512 | 86.801 |
| F-M20%-28D-2 | 4.05 | 4.13 | 16.45 | 16.25 | 16.50 | 16.05 | 4.11 | 4.23 | 280 | 2745.876 | 7.688 | 78.401 |
| F-M20%-28D-3 | 4.11 | 4.21 | 16.05 | 16.13 | 16.30 | 16.45 | 4.25 | 4.22 | 270 | 2647.809 | 7.414 | 75.601 |
| F-M20%-28D-4 | 4.15 | 4.02 | 16.45 | 16.35 | 16.10 | 16.25 | 4.05 | 4.13 | 300 | 2942.010 | 8.238 | 84.001 |
| Rf promedio | | | | | | | | | | | 81.201 | |



c. Análisis de la prueba

En los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la flexión se observa que, a los 7 días el mortero patrón alcanza la mayor resistencia que los morteros experimentales, así mismo, a mayor porcentaje de sustitución con residuos de mármol, el mortero alcanza un valor inferior. A los 14 días el mortero experimental con sustitución del 10 %, alcanza un valor mayor que los demás incluyendo el mortero patrón. A los 21 días el mortero patrón lleva la delantera con una resistencia mucho mayor que los demás especímenes. A los 28 días se observa un brusca caída de la resistencia a la flexión del mortero experimental al 20 % con residuos de mármol.

3.6.2.4. Ensayo de fluidez del mortero

a. Procesamiento o cálculo del ensayo

Para determinar los cálculos del ensayo de fluidez del mortero se utilizó la fórmula que nos indica en la norma NTP 334.057–2016, de la siguiente manera:

$$\%f = \left(\frac{D1 - D0}{D0} \right) * 100\%$$

Donde:

%f: valor del flujo de la muestra elaborada (%)

D1: Diámetro promedio de las mediciones a la muestra (cm)

Do: Diámetro inicial de la muestras, es el valor del diámetro inferior de molde.

b. Tabla de procesamiento de datos

Tabla 129. Análisis de la fluidez del mortero patrón

| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) | Dp (mm) | Fluidez % |
|-----------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| MORTERO PATRÓN | 0.48 | 88.05 | 137.04 | 136.02 | 137.05 | 136.04 | 136.54 | 55.07 |
| | 0.50 | 88.05 | 145.00 | 146.20 | 145.80 | 146.10 | 145.78 | 65.56 |
| | 0.52 | 88.05 | 166.00 | 165.40 | 167.20 | 166.50 | 166.28 | 88.84 |
| | 0.54 | 88.05 | 183.20 | 182.60 | 183.40 | 184.00 | 183.30 | 108.18 |



Tabla 130. Análisis de la fluidez del mortero experimental al 10%

| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) | Dp (mm) | Fluidez % |
|-----------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| MORTERO AL 10% | 0.48 | 88.05 | 175.00 | 176.20 | 177.03 | 176.20 | 176.11 | 100.01 |
| | 0.51 | 88.05 | 178.05 | 180.02 | 179.04 | 178.04 | 178.79 | 103.05 |
| | 0.53 | 88.05 | 185.02 | 186.50 | 185.05 | 186.04 | 185.65 | 110.85 |
| | 0.55 | 88.05 | 193.02 | 192.50 | 192.05 | 195.06 | 193.16 | 119.37 |

Tabla 131. Análisis de datos del ensayo de fluidez del mortero experimental al 15%

| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) | Dp (mm) | Fluidez % |
|-----------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| MORTERO AL 15% | 0.48 | 88.05 | 178.20 | 180.20 | 178.05 | 177.40 | 178.46 | 102.68 |
| | 0.52 | 88.05 | 185.20 | 186.40 | 186.50 | 187.20 | 186.33 | 111.61 |
| | 0.54 | 88.05 | 190.02 | 198.50 | 189.06 | 188.05 | 191.41 | 117.39 |
| | 0.56 | 88.05 | 194.20 | 193.20 | 194.50 | 194.30 | 194.05 | 120.39 |

Tabla 132. Análisis de datos del ensayo de fluidez del mortero experimental al 20%

| Muestra | Relación a/c | Do (mm) | D1 (mm) | D2 (mm) | D3 (mm) | D4 (mm) | Dp (mm) | Fluidez % |
|-----------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| MORTERO AL 20% | 0.48 | 88.05 | 182.30 | 183.40 | 185.60 | 184.20 | 183.88 | 108.83 |
| | 0.53 | 88.05 | 190.20 | 189.50 | 189.02 | 190.30 | 189.76 | 115.51 |
| | 0.55 | 88.05 | 192.30 | 192.50 | 193.02 | 193.04 | 192.72 | 118.87 |
| | 0.57 | 88.05 | 200.04 | 202.03 | 204.06 | 203.04 | 202.29 | 129.75 |

c. Análisis de la prueba

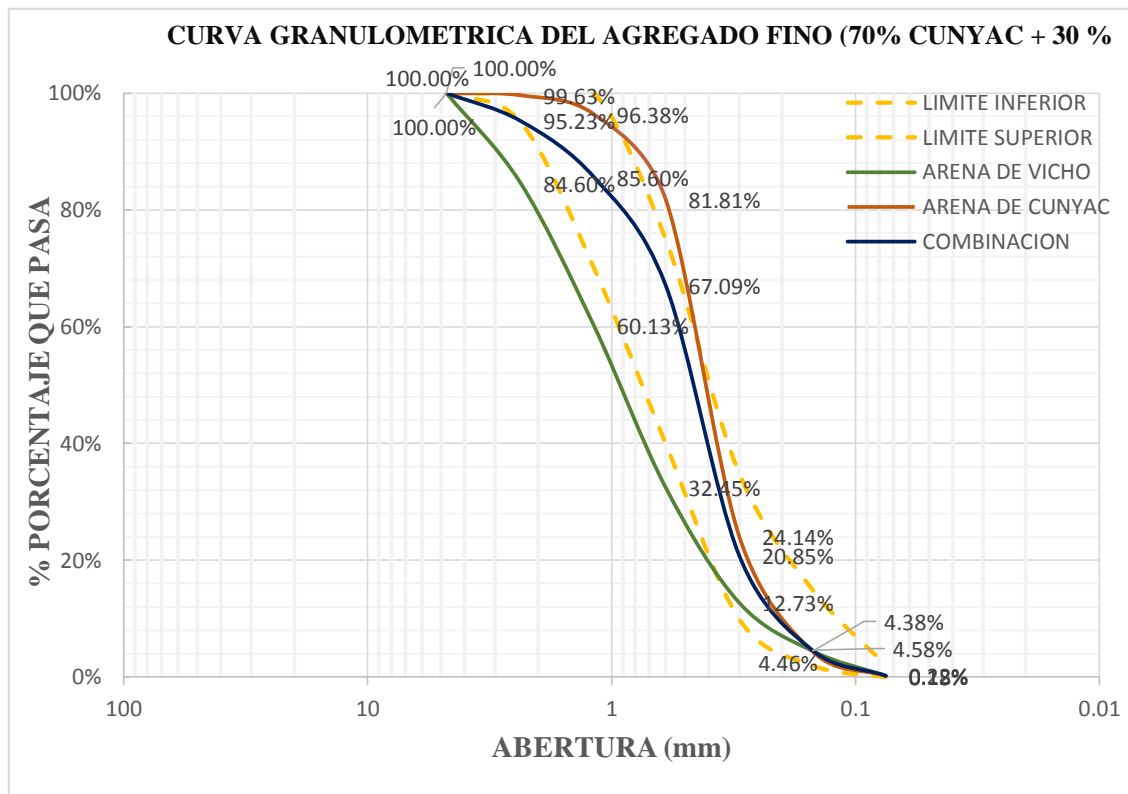
Los resultados obtenidos en el ensayo de fluidez se observa que el mortero a mayor sustitución con los residuos de mármol el porcentaje de fluidez es también mayor.

Capítulo IV: Resultados

4.1. Resultados de las propiedades físicas de los agregados

Al haber realizado los ensayos de granulometría y módulo de fineza, peso específico y absorción, peso unitario, contenido de humedad, a los agregados finos de Cunyac utilizado en el mortero en un 70 % y agregado fino de Vicho utilizado en un 30 % en el mortero, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 12. Curva granulométrica del agregado fino de Cunyac y Vicho



Fuente: Elaboración propia

Tabla 133. Resultados de las propiedades físicas del mortero

| ENSAYO | | UND. | RESULTADO |
|----------------------|------------|--------------------|------------|
| Granulometría | | | Ver Figura |
| Módulo de fineza | | | 2.27 |
| Contenido de humedad | | % | 2.9 |
| Peso unitario | Suelto | kg/m ³ | 1366.37 |
| | Compactado | kg/m ³ | 1485.09 |
| Peso específico | | gr/cm ³ | 2.77 |
| Absorción | | % | 1.24 |

Fuente: Elaboración propia



4.2. Resultados de las Propiedades Físicas - Mecánicas del Mortero

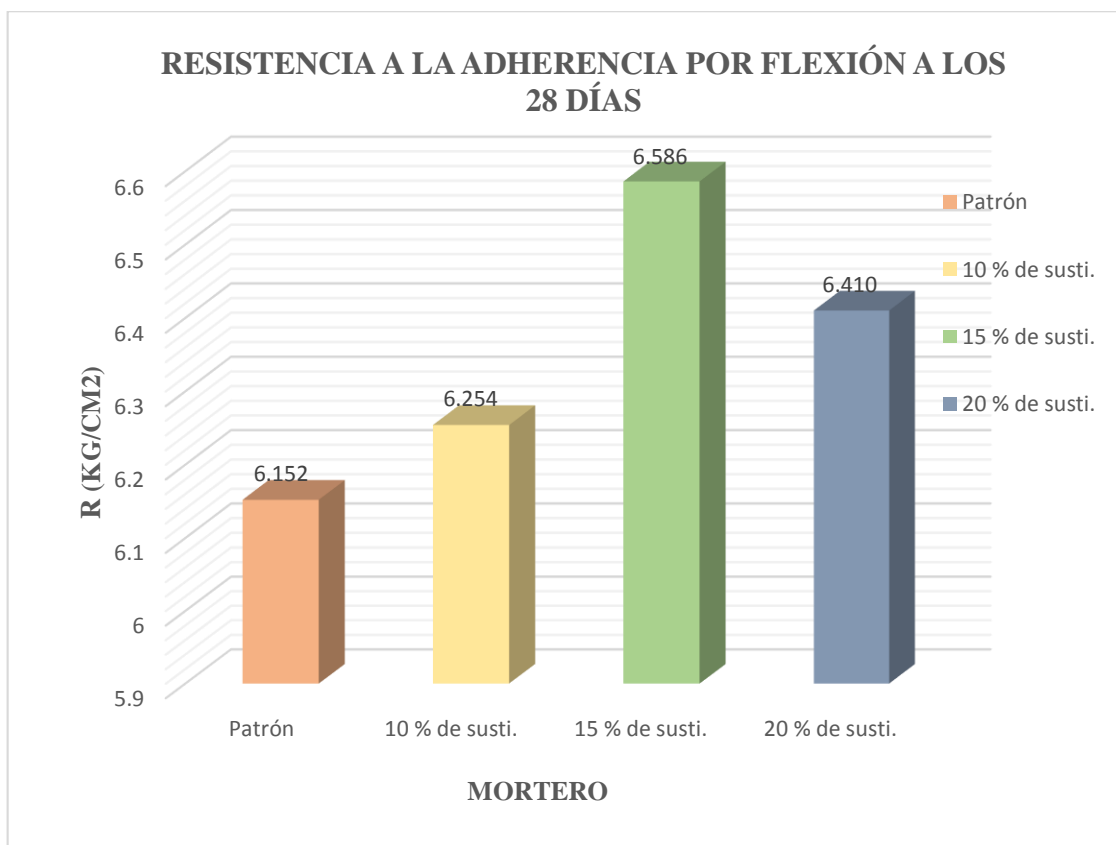
4.2.1. Resultados de la adherencia por flexión del mortero

Tabla 134. Resultados del ensayo de adherencia por flexión

| RESISTENCIA A LA ADHERENCIA POR FLEXIÓN DE ELEMENTOS DE ALBAÑILERÍA A LOS 28 DÍAS | |
|---|-------------------------|
| Mortero | R (Kg/cm ²) |
| Patrón | 6.152 |
| Reemplazo con residuos de mármol al 10 % | 6.254 |
| Reemplazo con residuos de mármol al 15 % | 6.586 |
| Reemplazo con residuos de mármol al 20 % | 6.410 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Resultados del ensayo de adherencia por flexión



Fuente: Elaboración propia



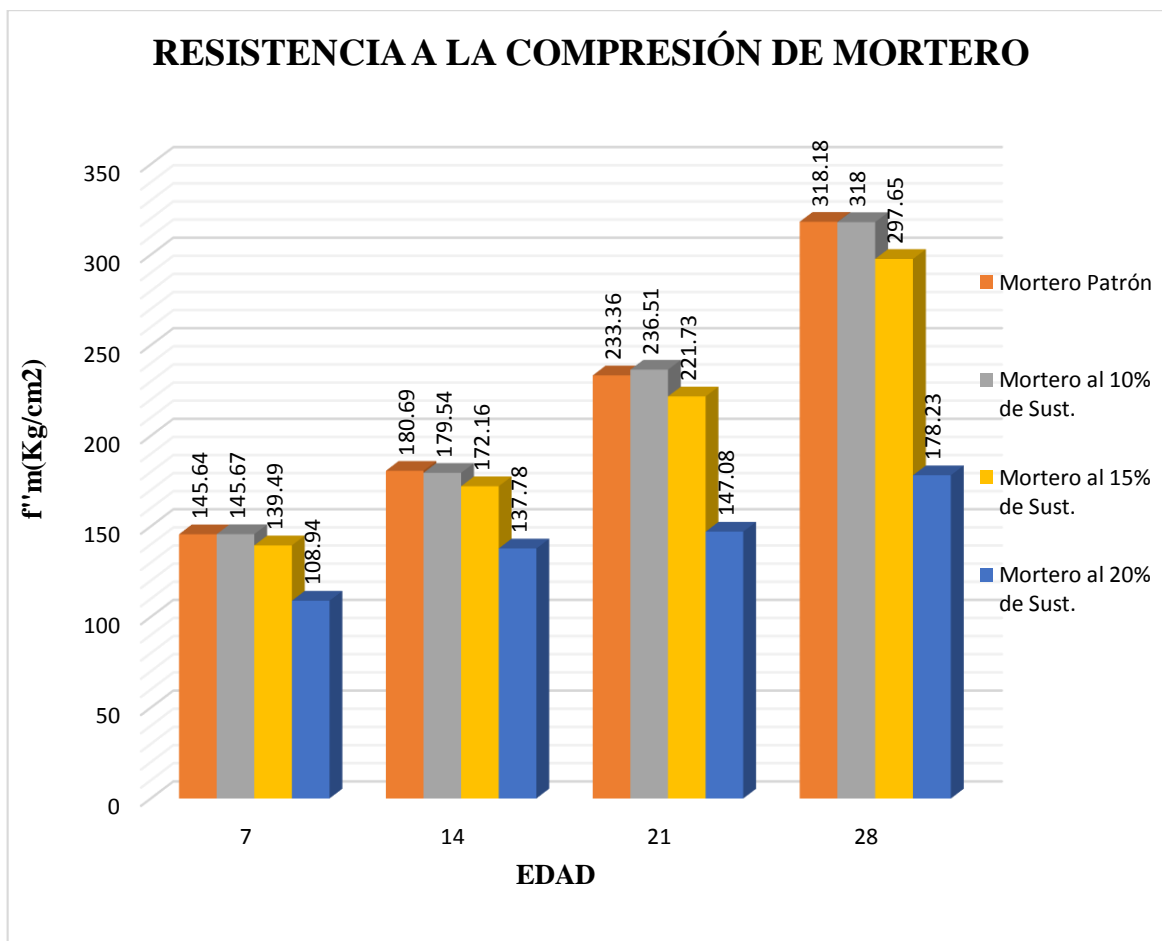
4.2.2. Resultados de la resistencia a compresión de morteros

Tabla 135. Resultados del ensayo de resistencia a compresión

| RESISTENCIA A LA COMPRESION DE MORTERO | | | | |
|--|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Edad | Mortero patrón | Mortero al 10% de sust. | Mortero al 15% de sust. | Mortero al 20% de sust. |
| 7 | 145.64 | 145.67 | 139.49 | 108.94 |
| 14 | 180.69 | 179.54 | 172.16 | 137.78 |
| 21 | 233.36 | 236.51 | 221.73 | 147.08 |
| 28 | 318.18 | 318 | 297.65 | 178.23 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión del mortero



Fuente: Elaboración propia



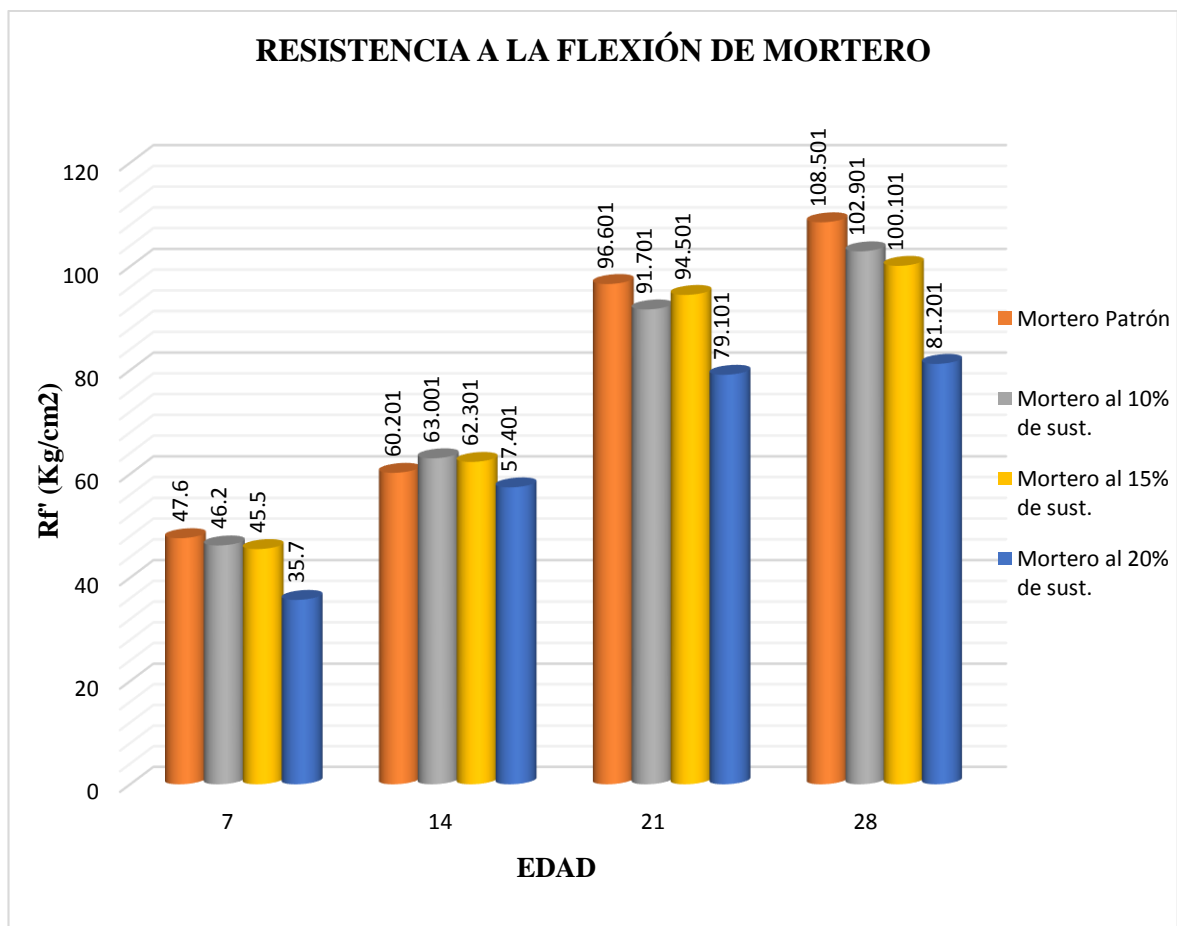
4.2.3. Resultados de la resistencia a flexión de morteros

Tabla 136. Resultados del ensayo de resistencia a compresión

| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE MORTERO | | | | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Edad | Mortero patrón | Mortero al 10% de sust. | Mortero al 15% de sust. | Mortero al 20% de sust. |
| 7 | 45.6 | 46.2 | 45.5 | 35.7 |
| 14 | 60.201 | 63.001 | 62.301 | 57.401 |
| 21 | 96.601 | 91.701 | 94.501 | 79.101 |
| 28 | 108.501 | 102.901 | 100.101 | 81.201 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión del mortero



Fuente: Elaboración propia



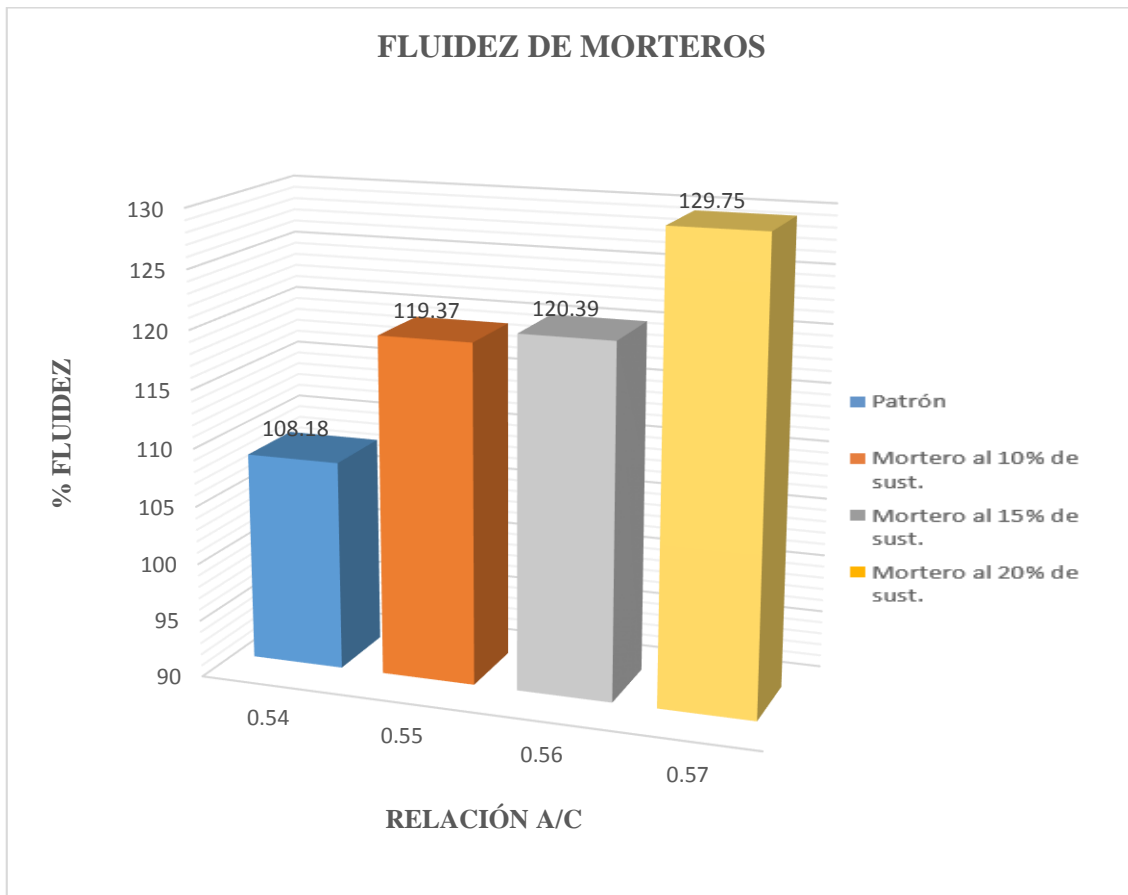
4.2.4. Resultados de fluidez del mortero

Tabla 137. Resultados del ensayo de fluidez del mortero

| FLUIDEZ DEL MORTERO | | |
|-------------------------------|----------|-----------|
| MORTERO | RELACIÓN | % FLUIDEZ |
| Patrón | 0.54 | 108.18 |
| Mortero al 10% de sustitución | 0.55 | 119.37 |
| Mortero al 15% de sustitución | 0.56 | 120.39 |
| Mortero al 20% de sustitución | 0.57 | 129.75 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Resultados del ensayo de fluidez del mortero



Fuente: Elaboración propia



Capítulo V: Discusión

Discusión N°1

Los agregados finos de las canteras de Cunyac y Vicho utilizados en esta investigación ¿Cumplen con los parámetros de granulometría y módulo de fineza determinadas por la norma NTP 399.607 (Unidades de Albañilería: Especificaciones normalizadas de agregados para mortero de Albañilería) y la norma E.070 del RNE?

Al realizar el ensayo granulométrico del agregado fino de la cantera de Cunyac, se observó que no cumplía con los requisitos de dichas normativas, siendo un agregado muy fino, y para este caso se añadió el agregado fino de la cantera de Vicho que es un material más grueso, por esta razón, se procedió a la combinación en peso de ambos, de esta manera: agregado de Cunyac (70 %) y Vicho (30 %).

Discusión N°2

¿Por qué se eligió los residuos de mármol como sustituyente del cemento para este trabajo de investigación?

Los residuos de mármol tienen como componente químico principal la caliza (CaCO_3), el cual actúa como un aditivo natural en el mortero que ayuda en el mejoramiento generalmente de: la dispersión, trabajabilidad, retención de agua, capilaridad, permeabilidad, retracción, fisuración. Además, se ha visto investigaciones referentes como en concretos autocompactantes, fabricación de ladrillos, revestimiento de muros, trabajos ornamentales y otros, como materia prima en la producción de cemento y cal. Y sobre todo está al alcance de todos como una opción más sustentable.

Discusión N°3

¿Por qué en el ensayo de adherencia por flexión del mortero elaborado con 20 % de sustitución de residuos de mármol disminuye su resistencia?

Como nos indica Gallegos (2005), que la propiedad más importante del mortero de albañilería es la adhesión, mientras que la resistencia a compresión es incidental. Es decir, en esta propiedad supera la resistencia a la adherencia por flexión al mortero patrón con la sustitución del 15 % de residuos de mármol. Mientras para un 20 % de sustitución esta propiedad empieza a decaer. Sobre todo, que las partículas de residuos de mármol (polvo) son más finos que el



cemento, estos mejoran la cohesión y son más plásticos, el cual facilitan la unión entre el mortero y la unidad de albañilería.

Discusión N°4

¿Por qué el mortero con residuos de mármol disminuye su resistencia a la compresión en sustitución al 15 % y 20 % con respecto al mortero patrón?

En cuanto al estudio de la propiedad de la resistencia a la compresión del mortero, se evidencia que hasta el 10 % de sustitución los valores son casi similares a las del mortero patrón, sin embargo, el mortero con las sustituciones del 15 % y 20 % sufren una caída de la resistencia. En efecto, los residuos de mármol químicamente están compuestos en su mayoría por caliza (CaCO_3), esto reducido hasta su mínimo tamaño (polvo), incluido en el mortero, este no es un aglomerante. A diferencia del cemento, cal, yeso, arcilla. Por esta razón, no se ve mejoría de la resistencia a la compresión.

Discusión N°5

¿Por qué al añadir en mayor porcentaje de residuos de mármol al mortero la fluidez aumenta?

Viendo la teoría de Corinaldesi (2005), indica que el polvo de mármol es una adición efectiva para mejorar la cohesión del concreto.

En efecto, la cohesión evita la segregación de los componentes del mortero, mejora la trabajabilidad y consistencia, que es lo que uno desea para el manipuleo del mortero con el badilejo al momento del asentado de ladrillos. Que viendo estas mejoras también va acompañado una buena permeabilidad del mortero, se ve poco poroso, dando un buen acabado y durabilidad frente a los agentes externos.

Además como indica Gallegos (2005), “A mayor cantidad de finos mejora la trabajabilidad”.

Discusión N°6

¿Cuál es el porcentaje óptimo para mejorar las propiedades físico- mecánicas del mortero de albañilería?

El porcentaje óptimo de sustitución del mortero experimental es el 15 % de residuos de mármol, viendo mejorías en cada uno de los ensayos realizados.



Discusión N°7

¿Qué aporte surgiría de esta investigación?

El material utilizado, residuos de mármol, está descrita como un nuevo insumo en la construcción específicamente para la fabricación de morteros de albañilería por sus excelentes propiedades que se vieron. Además estaría al alcance de todos porque es un residuo que se encuentra en la cantera ya explotada y en abandono. También, se minimizaría el uso de aditivos plastificantes y super plastificantes expandidas en el mercado. Finalmente, en cuanto a los costos de producción del mortero por m³ este precio se estaría reduciendo cada vez que se reemplace el cemento en porcentajes por el residuo de mármol.

Discusión N°8

¿Por qué no se da importancia a la producción de cemento de albañilería, así como a su utilización?

El cemento de albañilería es un cemento utilizado principalmente en trabajos generales de albañilería, está compuesto por una mezcla de cemento Pórtland o cemento Pórtland adicionado y materiales plastificantes (tales como **caliza**, cal hidratada o hidráulica) junto con otros materiales incorporados para mejorar una o más propiedades tales como tiempo de fraguado, trabajabilidad, retención de agua y durabilidad. Por la falta de conocimientos de este material no se le da mucha importancia en su uso.

Discusión N°9

¿Por qué a mayor cantidad de sustitución de residuos de mármol disminuye la resistencia a la adherencia?

El mármol, por su sensibilidad al pulimento tiende a reducirse en partículas muchos menores que el cemento, ya que este polvo pasa la malla N ° 500 y el cemento pasa la malla N° 325. Entonces estamos hablando de un residuo muy fino. Y a mayor cantidad incluido en el mortero tienden a formarse más aglutinaciones (grumos), en la cual hace que la resistencia a la adherencia disminuya.



Glosario

Adherencia:

Es la capacidad de absorber, tensiones normales y tangenciales a la superficie que une el mortero y una estructura, es decir a la capacidad de responder monolíticamente con las piezas que une ante solicitudes de carga.

Albañilería:

La albañilería es un material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

Absorción:

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Agregado:

Se denomina agregado al material granulado que se utiliza como materia prima en la construcción, principalmente.

Agregado fino:

Material pasante de la malla No. 4 y retenido en la malla No. 200, con tamaños entre 4.76 mm y 74 Micras (0.074 mm.).

Adiciones:

Son sustancias o productos que se añaden al mortero en proporciones superiores al 5% del peso del conglomerante, con el fin de modificar alguna de sus características, propiedades o comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

Carbonato de calcio (CaCO₃):

El carbonato de calcio (CaCO₃) es un mineral abundante en la corteza terrestre que se presenta en diferentes formas. Generalmente el carbonato de calcio es extraído de las rocas calizas, travertino y mármol.



Caliza:

Pertenece al grupo de los carbonatos, su composición es CaCO_3 , dureza 3, los cristales son romboédricos y escalenoédricos con combinaciones que producen formas en cabeza de clavo y diente de perro. La calcita es de transparente a translúcida, con brillo de vítreo a nacarado o mate.

Cemento Pórtland:

Cemento hidráulico de silicato de calcio que se produce por la pulverización del clínker de cemento Pórtland y normalmente también contiene sulfato de calcio y otros compuestos.

Cemento Pórtland adicionado:

Los cementos adicionados incluyen los cementos puzolánicos y los cementos de escorias. Ellos son aglomerantes hidráulicos normalizados obtenidos de la mezcla, íntima y uniforme, de cemento Pórtland y de puzolanas o escorias finamente molidas.

Cemento Pórtland tipo IP:

Es el cemento adicionado producido mediante la molienda conjunta de Clinker y puzolana (contenido de puzolana: 15%-40%).

Cemento de albañilería:

Cemento hidráulico, utilizada principalmente en trabajos generales de albañilería, a base de una mezcla de cemento Pórtland o cemento Pórtland adicionado y materiales plastificantes (tales como caliza, cal hidratado o hidráulica).

Clinker Pórtland:

El Clinker es fabricado mediante un proceso que comienza por combinar una fuente de cal, tal como las calizas, una fuente de sílice y alúmina, como las arcillas, y una fuente de óxido de hierro, tal como el mineral de hierro.

Consistencia:

Grado de fluidez de una mezcla determinada de acuerdo con un procedimiento prefijado.

Cohesión:

Es una propiedad del concreto fresco gracias a la cual es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a



prevenir la aspereza de la misma y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto.

Curado

Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del cemento, mortero u hormigón (concreto).

Densidad aparente:

Está definida por la relación entre el peso y el volumen de las partículas de ese material incluidos todos los poros, saturables y no saturables.

Fluidez:

Medida para determinar la cantidad de agua que necesita un mortero de cemento para su adecuada homogeneización, y mejor trabajabilidad.

Filler

Los filleres son materiales inorgánicos minerales, naturales o artificiales, especialmente seleccionados que mediante adecuada preparación, con adecuada distribución de tamaños de partícula, mejoran las propiedades del cemento (tales como la trabajabilidad o la retención de agua). Pueden ser inertes o poseer propiedades ligeramente hidráulicas, hidráulicas latentes o puzolánicas.

Fraguado:

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (mortero de cemento).

Granulometría:

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes que proporcionen resistencias según lo especificado en los planos, además de dar las siguientes indicaciones.

Humedad:

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado.



Mármol:

Los mármoles se producen por recristalización de calizas y dolomitas sedimentarias a temperaturas y presiones elevadas, es decir han sufrido metamorfismo originándose un alto grado de cristalización apreciable a simple vista.

Mármol gris

A diferencia de otros mármoles, esta roca se forma a partir de calizas relativamente puras, y por lo tanto, se desarrollan pocos minerales calcosilíceos. El mármol gris es una roca rica en calcita.

Mampostería:

las unidades de mampostería de concreto, bloques de arcilla, baldosas estructurales de arcilla, piedras, terracota o una combinación de ellos, unidos por mortero, apilados en seco o anclados con conectores de metal para formar muros, elementos de construcción, pavimentos y otras estructuras.

Mortero:

Es toda mezcla de cemento, arena y agua. Puede tener función no estructural como los pañetes, y función estructural los morteros usados en mampostería (pega o relleno).

Módulo de fineza (MF):

Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie 100, 50, 30, 16, 8, 4 y dividido por 100.

Parámetro:

Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva.

Puzolana:

Es un material silíceo o silíceo y aluminoso, que por sí mismo puede tener poco o ningún valor cementicio pero que, finamente dividido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio, a temperaturas comunes, para formar compuestos que poseen propiedades cementicias.



Peso específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas.

Polvos finos:

Los polvos finos e inertes, mejoran las características de los hormigones frescos en la medida en que estos hormigones carecen de elementos muy finos. En este caso la exudación disminuye y las resistencias mecánicas pueden quedar aumentadas.

Peso unitario:

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo

Relación agua/cemento (a/c):

En una mezcla de mortero o concreto se describe como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados, sobre la cantidad de cemento en masa.

Resistencia a la flexión:

Con esta prueba se pretende conocer el comportamiento del mortero cuando es sometido a esfuerzos de flexión. La resistencia a la flexión es también necesaria porque mide la capacidad del mortero para resistir agrietamiento.

Resistencia a la compresión:

Es una medida para determinar la capacidad que tiene el mortero de soportar una fuerza impuesta. La resistencia depende mucho del contenido de cemento y de la relación agua-cemento, esta crece con el aumento del contenido de cemento y disminuye con el aumento de cal, arena, agua o contenido de aire.

Trabajabilidad:

Es la propiedad del concreto, mortero, grout o revoque frescos que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado.



Acrónimos

ASTM:

American Society of Testing Materials.

ASOCEM:

Asociación de Productores de Cemento.

AF-MP- 28D-1:

Adherencia por flexión del mortero patrón a los 28 días, muestra 1.

AF-RM10%-28D-1:

Adherencia por flexión del mortero con residuos de mármol al 10% a los 28 días, muestra 1.

C-MP-7D-1:

Compresión del mortero patrón a los 7 días, muestra 1.

C-M10%-7D-1:

Compresión del mortero con residuos de mármol al 10% a los 7 días, muestra 1.

F-MP-7D-1:

Flexión del mortero patrón a los 7 días, muestra 1.

Cac:

Calcita.

Hcl:

Ácido clorhídrico.

IP:

Cemento portland con puzolana.

MH:

Moderado calor de hidratación.

MF:

Módulo de fineza.



MTC:

Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

NTP:

Norma técnica peruana.

Ofe:

Hematites.

OD:

Densidad seca al horno.

Qc:

Cuarzo.

RNE:

Reglamento nacional de edificaciones.

RM:

Residuos de mármol.

SSD:

Densidad saturada superficialmente seca.

Wo:

Wollastonita.



Conclusiones

Conclusión N° 01

Se logró demostrar parcialmente la hipótesis general que indica: *Las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del mortero mejoran al sustituir residuos de mármol en un 15 % en función del cemento.*

En cuanto a la adherencia por flexión al 15 % de sustitución de residuos de mármol se evidencia un aumento de la resistencia con respecto al mortero patrón en un 7.05 %, como se evidencia en la tabla N° 128, además, en el ensayo de resistencia a la compresión, a partir del 20 % de sustitución con residuos de mármol empieza a descender. Por otra parte, en la resistencia a la flexión del mortero experimentan unas ligeras mejoras con respecto al mortero patrón para contenidos menores al 20 % de sustitución. Finalmente, para el ensayo de fluidez se aprecia que con la sustitución del 10 % de residuos de mármol en el mortero, con una relación a/c de 0.55 alcanza una fluidez de 119.37%, como indica en la tabla 131. En efecto, está dentro del rango de 100 – 120% de fluidez recomendada para pega de unidades de albañilería.

Conclusión N°2

Se logró demostrar la sub hipótesis N°1 que indica: *El desarrollo de la resistencia de adherencia por flexión del mortero elaborado con residuos de mármol es mayor con respecto a un mortero tradicional.*

En este caso, la resistencia de la adherencia por flexión del mortero patrón fue de 6.152 kg/cm², como se muestra en la tabla N° 128, y la resistencia a la adherencia por flexión del mortero con sustitución del 15 % de residuos de mármol superó en un 6.586 kg/cm² como se observa en la tabla N° 128, superando porcentualmente en un 7.05 %.

Conclusión N°3

Se logró demostrar parcialmente la sub hipótesis N°2 que indica: *El desarrollo de la resistencia a flexión del mortero elaborado con residuos de mármol es mayor con respecto al mortero tradicional.*

En la resistencia a la flexión del mortero experimentan unas ligeras mejoras con respecto al mortero patrón para contenidos menores del 20 % de sustitución, como se ve en la tabla N° 130 y en la figura N° 15, El cual las diferencias entre las resistencias alcanzadas son mínimas.



Conclusión N°4

Se logró demostrar la sub hipótesis N°3 que indica: *El desarrollo de la resistencia a compresión del mortero es favorable en porcentajes menores de sustitución de residuos de mármol con respecto a un mortero tradicional.*

Con los resultados obtenidos en el ensayo de la resistencia a la compresión al 10 % de residuos de mármol la diferencia de las resistencias es mínima con respecto al mortero patrón, prácticamente son iguales, a partir del reemplazo del 15 % de residuos de mármol la resistencia empieza a descender en las diferentes edades. Finalmente, se observa claramente que el mortero con reemplazo del 20 % de residuos de mármol la resistencia a la compresión sufre una brusca caída con respecto al mortero patrón en todas las edades, así como se muestra en la tabla N° 129 y figura N° 14.

Conclusión N°5

Se logró demostrar la sub hipótesis N°4 que indica: *Al reemplazar residuos de mármol en el mortero tradicional la fluidez mejora notablemente.*

Para el ensayo de fluidez se aprecia que con la sustitución del 10 % de residuos de mármol en el mortero, con una relación a/c de 0.55 alcanza una fluidez de 119.37%, como se muestra en la tabla N° 131 y figura N° 16. En efecto, está dentro del rango de 100 – 120% de fluidez recomendada para pega de unidades de albañilería. Es decir, se evidencia que el mortero a mayor sustitución con los residuos de mármol el porcentaje de fluidez también va aumentando.



Recomendaciones

Recomendación N°1

Tomar en cuenta que de los resultados obtenidos, el porcentaje óptimo para las propiedades importantes del mortero es el 15% de sustitución con respecto al cemento.

Recomendación N°2

Usar equipos de protección personal, ya que, el polvo de los residuos de mármol provoca irritación de las vías respiratorias.

Recomendación N°3

Se recomienda evaluar la resistencia a compresión y flexión de morteros de cemento con sustitución de residuos de mármol en peso a edades mayores a los 28 días, para ver el desarrollo de la resistencia a largo plazo.

Recomendación N°4

Se recomienda evaluar en el mortero líquido (Grout) o mortero de relleno para albañilería armada con la sustitución de residuos de mármol en el mortero, por su gran fluidez a mayores porcentajes de residuos de mármol.

Recomendación N°5

Se recomienda fomentar la utilización de residuos de mármol, porque, trabaja como un aditivo para el mortero reemplazando a los aditivos que expenden en el mercado, de igual manera, contribuyendo con una actividad económica para los lugareños.

Recomendación N°6

Se recomienda un estudio de mortero para revestimiento con la sustitución de residuos de mármol, ya que, dejan un buen acabado, poco permeable, de buena textura y un color agradable a la vista.

Recomendación N°7

Se recomienda para la utilización en concretos autocompactantes ya que evita la segregación y exudación gracias a las propiedades de cohesión que tiene el polvo de residuos de mármol de origen natural y al alcance, utilizados en reemplazo del filler calizo.



Recomendación N°8

Se recomienda el uso del mortero con polvo de residuos de mármol para la construcción de muro de albañilería de tipo caravista, tanto para exteriores e interiores, ya que, con este aditivo se garantiza una alta reducción de la permeabilidad, además, una elegancia y estética por su fino acabado.

Recomendación N°9

Se recomienda el estudio del mortero con sustitución de residuos de mármol mayores al 20% con respecto al cemento a diferentes edades para analizar las características y desarrollo de sus propiedades físicas y mecánicas.

Recomendación N°10

Se recomienda hacer una comparación de resultados con el diseño de mezclas de mortero de la Norma E.070 que rige en nuestro país con el método de diseño aplicado en esta investigación.



Referencias bibliográficas

- Abanto, F. (1996). Tecnología del Concreto. Lima: Editorial San Marcos.
- A., S., N., V., & J., B. (2012). Residuo de mármol como insumo en la construcción civil - diagnóstico de la Comarca Lagunera. Revista de la Construcción Volumen 12, 17-26.
- Abanto, T. F. (2002). Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería . Lima: Editorial San Marcos.
- ASOCEM. (s.f.). Asociación de Productores de Cemento.
- ASOCRETO, A. C. (2010). Colección del Concreto - Tecnología del Concreto - Tomo 1. Bogota: Nomos Impresores.
- ASTM C 1328. (s.f.). Especificación estándar de cemento plástico.
- ASTM E518M-10. (2010). Determinación de la resistencia de adherencia por flexión de la mampostería no reforzada.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Colombia: PEARSON.
- Betancourt, J. R., Lizárraga, L. G., Rajeswari, N., Olgún, F. J., & Sáenz, A. (2015). Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción. Revista de Arquitectura e Ingeniería, Vol. 9 No. 3. , 1-12.
- Biondi, A. (50-53). Tecnología del cemento. Construyendo Caminos & Obras / Revista peruana de la construcción.
- Crespo, S. (2009). Materiales de construcción para edificación y obra civil. Madrid: Editorial Club Universitario.
- Díaz, A., & Ramirez, J. (2009). Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú. Lima: INGEMMET.
- Gallegos, H. (2005). Albañilería estructural. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gutiérrez, L. (2003). El Concreto y otros materiales para la construcción. Manizales: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Pilar, B. (2006). Metodología de la investigación. México: MCGRAW-HILL.
- Julio, B., & Guadalupe Liliana, M. L. (2015). Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción. Revista de Arquitectura e Ingeniería , Vol. 9 N°3.
- NMX-C-021-ONNCCE. (2015). Industria de la construcción - cemento para Albañilería - (Mortero) - especificaciones y métodos de ensayo. México.
- NTP 334.001 Cementos: Definiciones y nomenclatura. (2001). Lima: INACAL.
- NTP 334.090. (2011). Cementos Pórtland adicionados. Requisitos. Lima: INACAL.



- NTP 400.012. (2013). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: INACAL.
- NTP 400.043. (2015). Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. Lima: INACAL.
- NTP.334.057. (2014). Método para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland. Lima: INACAL.
- NTP334.051. (2013). Cementos. método de ensayo para determinar la resistencia a compresión de mortero de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50mm de lado. Lima: INACAL.
- NTP334.069. (2017). Cementos de albañilería. Requisitos. Lima: INACAL.
- NTP334.120. (2002). Cementos. Metodo de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cementos Pórtland. Lima: INACAL.
- NTP339.090. (2011). Cementos Pórtland adicionados. Requisitos. Lima: INACAL.
- NTP339.185. (2013). Contenido de humedad total del agregado por secado. Lima: INACAL.
- NTP-339.187. (2003). Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón (concreto) endurecido. Lima: INACAL.
- NTP399.610. (2003). Unidades de albañilería, especificación normalizada para morteros. Lima: INACAL.
- NTP400.011. (2008). Agregados. definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). Lima: INACAL.
- NTP400.017. (2011). Metodo para determinar el peso unitario del agregado. Lima: INACAL.
- NTP-400.022. (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima: INACAL.
- NTP400.037. (2014). Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima: INACAL.
- Pasquel, E. (1993). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional.
- Pellant, C. (1992). Rocas y minerales. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.
- RC 08. (2008). Instrucción para la recepción de cementos. Madrid.
- Rivera, G. A. (N.E). Concreto Simple. Universidad del Cauca: Civilgeeks.com.
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Lima.
- RNE. (2006). Norma técnica E. 070 Albañilería. Lima: ministerio de vivienda.
- Salamanca, R. (2001). Tecnología de los morteros. Ciencia e ingeniería Neogranadina, 41-48.



- San Bartolomé, A. (1994). construcciones de albañilería. Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- San Bartolomé, Á. (1994). Construcciones de albañilería. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2018). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Sánchez, D. (1994). Tecnología del concreto y del mortero. Colombia: Bhandar Editores.
- Santos, A., Villegas, N., & Betancourt, J. (2012). Residuo de mármol como insumo en la construcción civil - diagnóstico de la Comarca Lagunera. Revista de la construcción, 11(2)., 17-26.
- Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). Ciencias de la tierra. Madrid: PEARSON.
- Valderrama, S. (2002). Pasos Para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos.
- Valdez, P., B., B., I., G., N., S., & A., C. (2011). Uso de residuos de la industria del mármol como filler para la producción de hormigones autocompactantes. Materiales de Construcción, 61-73.
- Yura S.A., Y. (2010). Cemento Pórtland. Cemento Yura.



Referencias de internet

- Santos, A, Villegas, N, & Betancourt, J. (2012). Residuo de mármol como insumo en la construcción civil: diagnóstico de la Comarca Lagunera. Revista de la construcción, 11(2), 17-26. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2012000200003>
- <http://www.ingemmet.gob.pe>
- <http://map-peru.com/es/mapas/ficha-los-districtos-de-la-provincia-de-quispicanchi-1>
- <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=201> comentarios de la norma e 070
- <http://www.yura.com.pe/productos/pdf/ficha-tecnica-multi-proposito.pdf>
- <http://www.arcgis.com/apps/Embed/index.html?webmap=7349e36c030949f683232556282c5e66&extent=-84.9044,-17.6276,-63.6568,4.2635&zoom=true&scale=false&legend=true&theme=light>



Anexos



Matriz de consistencia



MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | INDICADORES |
|---|---|--|---|--|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | INDEPENDIENTES | |
| ¿Cuál será el estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento Pórtland tipo IP elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de cullpahuanca - quiquijana quispicanchi – cusco? | Comparar las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del mortero tradicional con respecto a un mortero de cemento Pórtland tipo IP elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca - Quiquijana Quispicanchi – Cusco. | Las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del mortero mejoran al sustituir residuos de mármol en un 15 % en función del cemento. | Mármol Cemento Arena Agua | Peso. (kg) Peso. (kg) Peso. (kg) Peso. (kg) |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | SUB HIPOTESIS | DEPENDIENTES | INDICADORES |
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida varia la resistencia de adherencia por flexión del mortero elaborado con residuos de mármol con respecto a un mortero tradicional? • ¿Cómo es el desarrollo de la resistencia a flexión del mortero elaborado con residuos de mármol a los 7, 14, 21 y 28 días en comparación a un mortero tradicional? | <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la variación de la resistencia a la adherencia por flexión del mortero elaborado con residuos de mármol con respecto a un mortero tradicional. • Construir las curvas de desarrollo de las resistencias a la flexión a los 7, 14, 21 y 28 días con respecto a un mortero tradicional. | <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de la resistencia de adherencia por flexión del mortero elaborado con residuos de mármol es mayor con respecto a un mortero tradicional. • El desarrollo de la resistencia a flexión del mortero elaborado con residuos de mármol es mayor con respecto al mortero tradicional. | <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la adherencia por flexión (Módulo de ruptura). • Resistencia a la flexión. | <p>Módulo de ruptura, (Kg/cm²).</p> <p>Esfuerzo (Kg/cm²)</p> |



| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | SUB HIPOTESIS | DEPENDIENTES | INDICADORES |
|---|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• ¿Cómo es el desarrollo de la resistencia a compresión del mortero elaborado con residuos de mármol a los 7, 14, 21 y 28 días en comparación a un mortero tradicional?• ¿En qué porcentaje varía la fluidez del mortero elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% con respecto a un mortero tradicional? | <ul style="list-style-type: none">• Construir las curvas de desarrollo de las resistencias a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días con respecto a un mortero tradicional.• Determinar la variación en porcentaje de la fluidez del mortero elaborado con residuos de mármol al 10%, 15% y 20% en comparación a un mortero tradicional. | <ul style="list-style-type: none">• El desarrollo de la resistencia a compresión del mortero es favorable en porcentajes menores de sustitución de residuos de mármol con respecto a un mortero tradicional.• Al reemplazar residuos de mármol en el mortero tradicional la fluidez mejora notablemente. | <ul style="list-style-type: none">• Resistencia a la compresión.• Fluidez | <p>Esfuerzo (Kg/cm²)</p> <p>% de fluidez.</p> |