

Resistencia a la compresión del concreto utilizado en cimentaciones de las edificaciones comunes en la ciudad de Jaén

Resistance to compression of concrete used in foundations of common buildings in the city of Jaen

Roger Díaz¹ *, Rosmen Chinchay² , y Juan Contreras³ .

RESUMEN

Esta investigación comprende la evaluación del concreto producido para cimentaciones de 10 edificaciones comunes en la ciudad de Jaén, donde se pudo observar que la elaboración del concreto se realiza de manera empírica sin un diseño de mezclas. La finalidad fue medir la resistencia a la compresión del concreto, estudiar los principales factores que intervienen sobre ésta, ensayos para lograr cada uno de los objetivos planteados y así establecer condiciones mínimas para una buena elaboración del concreto. Se evaluaron las dosificaciones utilizadas, proceso de preparación y colocación del concreto, características del concreto en estado fresco y endurecido de las cuales se han obtenido resultados alarmantes, la resistencia mínima promedio a los 28 días ha sido de 53.78 Kg/cm² (Proyecto P-10) y la resistencia máxima promedio de 167.74 Kg/cm² (Proyecto P-06), comprobándose las grandes deficiencias en la calidad del concreto. Después de evaluar los parámetros mencionados se determinó las principales características de los agregados, con las cuales se ha elaborado un diseño de mezclas, arrojando un resultado de resistencia promedio a los 28 días de 224.52 Kg/cm². Finalmente se ha elaborado y difundido especificaciones técnicas mínimas que se deben cumplir para lograr una resistencia adecuada del concreto.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, concreto, cimentaciones, edificaciones comunes.

ABSTRACT

This research includes the evaluation of concrete produced for the foundations of 10 common buildings in the city of Jaen, where it was observed that the elaboration of concrete is carried out empirically without a mix design. The purpose was to measure the compressive strength of concrete, study the main factors involved in it, tests to achieve each of the stated objectives and thus establish minimum conditions for a good concrete production. We evaluated the dosages used, the preparation process and the placement of concrete, the characteristics of fresh concrete and its hardening, whose results have obtained alarming results. For instance, the average minimum resistance at 28 days has been 53.78 Kg /cm² (Project P-10) and the maximum average resistance has been 167.74 Kg /cm² (Project P-06), verifying the great deficiencies in the quality of the concrete. After evaluating the parameters mentioned before, the main characteristics of the aggregates were established. Therefore, a mix design has been elaborated using those aggregates, showing a 28-day average resistance result of 224.52 Kg /cm². Finally, it has been elaborated and disseminated minimum technical specifications that must be met to achieve adequate strength of concrete.

Keywords: Resistance to compression, concrete, foundations, common buildings.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i1.126>

Recibido: 04/10/2019. Aceptado: 28/06/2020

* Autor para correspondencia

¹. Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: rogerdiazvasquez@gmail.com

². Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: joelchinchayjulca@gmail.com

³. Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: jalbertoc_m@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la construcción de edificaciones en la ciudad de Jaén ha ido incrementándose, y por consiguiente la demanda del concreto; el Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén 2013-2025, indica que el sistema constructivo predominante es la albañilería con un 78.69 %. En la mayoría de las edificaciones la elaboración del concreto para cimentaciones se realiza sin un diseño de mezclas ni un control de calidad, descuidando además los factores que intervienen en la resistencia del concreto como falta de control de calidad de los agregados, almacenamiento incorrecto de los materiales, dosificaciones inadecuadas de materiales y falta o mal curado del concreto.

Ortiz (2015) en su investigación realizada en Colombia, analizó y describió la producción de concreto en cinco proyectos de vivienda, obteniendo como resultado resistencias inferiores y superiores a las resistencias de diseño. Por su parte Chilcon y Chunga (2015), evaluaron la calidad del concreto utilizado en construcciones informales en la ciudad de Pimentel - Chiclayo llegando a concluir que la calidad del concreto utilizado no cumple y es inferior a los Estándares que mencionan el Instituto americano del concreto (ACI) y el RNE. Cuba (2017) realizó un estudio tecnológico del concreto informal producido al pie de obra en la ciudad de Jaén, sector “A”, obteniendo como resultado que la resistencia a la compresión del concreto promedio obtenida fue de 142.98 kg/cm² a los 28 días.

La investigación tuvo por finalidad evaluar la resistencia a la compresión del concreto utilizado en las cimentaciones de 10 edificaciones comunes en la ciudad de Jaén, además de estudiar los principales factores que intervienen sobre ésta, para lo cual se realizó la identificación de obras en ejecución, muestreo del concreto y ensayos básicos, de acuerdo a procedimientos normados actualizados. Finalmente se elaboró especificaciones técnicas mínimas para elaboración de concreto en cimentaciones de edificaciones comunes, y se difundió entre las personas encargadas del proceso de fabricación del concreto, con el objetivo de que se pueda intervenir para poder solucionar esta problemática.

MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio

La presente investigación se realizó en los distritos sectores de la parte urbana de la ciudad de Jaén, se aplicó el estudio en 10 edificaciones que se encontraron en proceso de construcción en etapa de cimentaciones, ver Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los proyectos de edificación u obras.

| Ubicación de los proyectos de edificación u obras | | | |
|---|---|--------------------|------------------|
| Parámetro | Valor | Coordenadas | |
| Hemisferio | Sur | UT | Elevación |
| Huso | 17 | M | 729 m.s.n.m |
| Franja | M | Geográficas | |
| Datum | WGS -84 | | |
| Código | Ubicación | Coordenadas | |
| P - 01 | Recreo El Parral – Calle Los Girasoles | N= | 9368011.44 |
| | | E= | 741852.42 |
| P - 02 | Vivienda - Calle Abraham Baldelomar - Sector Montegrande | N= | 9367791.89 |
| | | E= | 744107.86 |
| P - 03 | Vivienda - Calle Hipólito Unanue-Sector Montegrande | N= | 9367553.55 |
| | | E= | 743789.31 |
| P - 04 | Vivienda – Calle Mariscal Ureta - Sector Monterrico | N= | 9368307.79 |
| | | E= | 741576.88 |
| P - 05 | Vivienda - Calle Vidal Villanueva Vásquez. – Urb. Los Portales | N= | 9370638.86 |
| | | E= | 742941.12 |
| P - 06 | Vivienda – Calle. Chavín – Urb. Dorita Delgado – Sector Linderos | N= | 9370122.80 |
| | | E= | 743960.30 |
| P - 07 | Vivienda - Calle M. Bastidas – Nuevo Horizonte | N= | 9367507.50 |
| | | E= | 743229.86 |
| P - 08 | Vivienda - Calle Chavín – Urb. Dorita Delgado – Sector Linderos | N= | 9370101.00 |
| | | E= | 743968.00 |
| P - 09 | Vivienda - Calle Alfredo Bastos – Morro Solar Alto | N= | 9367637.73 |
| | | E= | 742582.36 |
| P - 10 | Vivienda – Calle Julio Avalos – AA.HH. El Mirador José Olaya – 4 De Junio | N= | 9366998.24 |
| | | E= | 744072.38 |

Fuente: Elaboración propia.

Tipos de Investigación

El tipo de estudio es de enfoque cuantitativo cuasi-experimental, de tipo aplicada.

Población

Conformada por los concretos utilizados en las cimentaciones de edificaciones comunes que se encontraron en proceso de construcción y en la etapa de cimentaciones de la ciudad de Jaén durante los meses de marzo, abril y mayo del año 2019.

Muestra

Ciento cincuenta (150) concretos utilizados en las cimentaciones de 10 proyectos de edificación en proceso de construcción y en etapa de cimentaciones (ver Tabla 1), de las cuales se extrajeron 15 testigos de concreto de cada una de ellas. Además de ello se extrajo muestra de concreto para evaluar el asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario del concreto en estado fresco.

Recolección de Datos

La técnica de recolección de datos que se utilizó fue la observación, así mismo como técnica se utilizó una ficha de registro de datos la cual sirvió para recoger la información básica como: Datos generales de la obra, condiciones de almacenamiento de los materiales, proveedores, tipos de materiales y resistencia declarada.

Los ensayos se realizaron tanto en campo como en laboratorio al concreto en estado fresco y endurecido y a los agregados utilizados.

Método: para el estudio se utilizó parámetros estadísticos de manera descriptiva y tablas en la que se determinó la resistencia a la compresión del concreto, condiciones de almacenamiento de los materiales, dosificación de los materiales, proceso de preparación, proceso de colocación del concreto, temperatura, asentamiento, peso unitario, contenido de aire del concreto, curado del concreto, contenido de humedad, granulometría, contenido de arcillas, peso unitario, peso específico y absorción de los agregados, siguiendo los procedimientos de las NTP correspondientes que se deben utilizar para cada caso.

Etapa 1: Registro del proyecto y firma compromiso.

Se firmó una carta de compromiso con el propietario y responsable de cada proyecto.

Etapa 2: Encuesta al responsable del proyecto.

En esta se recolectaron datos como: Lugar de adquisición de los agregados, tipo de agregados utilizados, marca y tipo de cemento utilizado, fuente de abastecimiento de agua, uso o no de aditivos y la resistencia a la compresión del concreto para la cual ellos la elaboran; la cual se denominó resistencia declarada.

Etapa 3: Evaluación de las condiciones de almacenamiento de materiales.

Etapa 4: Evaluación de la dosificación de materiales, proceso de preparación y proceso de colocación del concreto.

Etapa 5: Realización de ensayos del concreto en estado fresco y elaboración de los testigos de concreto

Se realizaron los ensayos in situ de la medición de la temperatura, asentamiento (Slump), Peso Unitario, Contenido de Aire y elaboración de los testigos de concreto.

Etapa 6: Evaluación del curado del concreto

Etapa 7: Ensayos realizados al concreto en estado endurecido

Se han realizado las etapas de desmoldado de los testigos del concreto, curado de los testigos de concreto y rotura de testigos de concreto en las edades de 7, 14 y 28 días.

Etapa 8: Determinación de los materiales utilizados para la elaboración de concreto con mayor incidencia de uso.

Etapa 9: Ensayos realizados a los agregados con mayor incidencia de uso.

Luego de determinar el proveedor de mayor incidencia para la adquisición de agregados se adquirió la cantidad necesaria de estos y se realizaron los siguientes ensayos: Granulometría, Contenido de Humedad, Contenido de Arcillas, Peso Unitario, Peso Específico y Absorción.

Etapa 10: Elaboración de diseño de mezclas.

Luego de obtener los resultados de las principales características de los agregados, se procedió a realizar el diseño de mezclas utilizando para ello el Método ACI – 211.

Antes de elaborar el concreto, se procedió a realizar una corrección por humedad del agregado fino, puesto que al adquirir dicho material este se encontraba húmedo producto de la lluvia. Se pesó los agregados, cemento y medición del agua y se procedió a mezclar el concreto. Se realizaron los ensayos al concreto fresco de la Etapa 5.

Etapa 11: Elaboración y difusión de especificaciones técnicas mínimas para lograr un concreto de resistencia adecuada.

Se presenta la difusión de las especificaciones técnicas mínimas para elaboración de concreto en cimentaciones de edificaciones comunes en la ciudad de Jaén.

RESULTADOS

Condiciones de almacenamiento

Se ha evaluado tres condiciones: Apilado sobre base de madera, apilado bajo techo y altura máxima de apilado 10 bolsas; de cumplir con estas tres condiciones se consideró almacenado de manera correcta, de no cumplir con una de estas tres condiciones se consideró de manera deficiente y de no cumplir con ninguna se consideró almacenado de manera incorrecta, ver Figura 1.

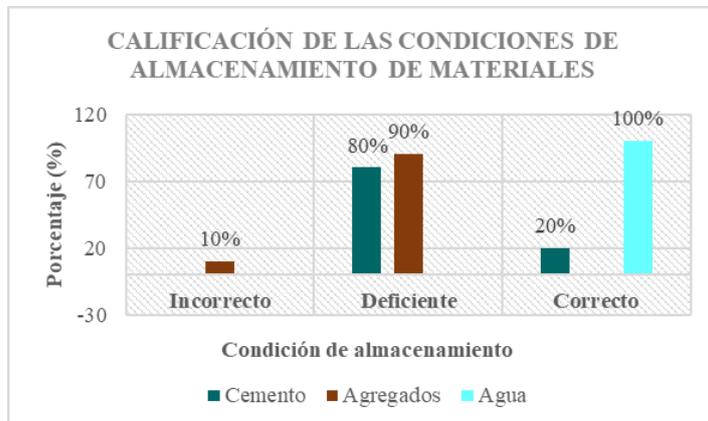


Figura 1. Calificación de las condiciones de almacenamiento de materiales.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de la dosificación de materiales, proceso de preparación y el proceso de colocación del concreto.

Las dosificaciones utilizadas en todas las obras estudiadas son excesivas en comparación con la dosificación obtenida con el diseño de mezclas, ver Tabla 2. Además, el 100% de la preparación del concreto ha resultado eficiente.

Tabla 2. Dosificación de materiales en obra y con diseño de mezclas.

| Código obra | Cemento (bolsa) | Agregado fino (balde) | Agregado grueso (balde) | Agua (litros) |
|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|---------------|
| P-01 | 1 | 4 | 5 | 27 |
| P-02 | 1 | | 8 Hormigón | 27 |
| P-03 | 1 | 4 | 5 | 27 |
| P-04 | 1 | 6 | 6 | 27 |
| P-05 | 1 | 4 | 5 | 27 |
| P-06 | 1 | 4 | 5 | 23 |
| P-07 | 1 | 4 | 5 | 23 |
| P-08 | 1 | 4 | 5 | 23 |
| P-09 | 1 | 5 | 7 | 27 |
| P-10 | 1 | | 8 Hormigón | 31 |

NOTA: El balde utilizado fue de 18 litros

Dosificaciones con diseño

| Cemento | A. Fino | A. Grueso | Agua (litros) |
|---------|---------|-----------|---------------|
| 1 | 4.00 | 4.50 | 20.52 |

NOTA: El balde utilizado fue de 14 litros

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se muestra que el 80 % de los procesos de colocación han resultado deficientes, el resto lo hizo de manera correcta.

Tabla 3. Proceso de colocación del concreto en todas las obras.

| Especificación | Proyecto u obra | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | P-01 | P-02 | P-03 | P-04 | P-05 | P-06 | P-07 | P-08 | P-09 | P-10 |
| Altura de colocado menor de 1.50m | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Compactado con vibradora | No | No | No | Si | No | Si | No | No | No | No |
| Llenado monolítico | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de las principales características de concreto en estado fresco.

La temperatura del concreto de las obras estudiadas si cumplen en un 90% con lo indicado en la (NTE-E.060, p.34), ver Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de temperatura del concreto.

| Código obra | Temp. (°C) | Parám. (Máx.) | Condición |
|-------------|------------|---------------|-----------|
| P-01 | 29.2 | 32 | Si cumple |
| P-02 | 26.5 | 32 | Si cumple |
| P-03 | 32.5 | 32 | No cumple |
| P-04 | 29.1 | 32 | Si cumple |
| P-05 | 27.8 | 32 | Si cumple |
| P-06 | 27.2 | 32 | Si cumple |
| P-07 | 28.3 | 32 | Si cumple |
| P-08 | 28.4 | 32 | Si cumple |
| P-09 | 27.9 | 32 | Si cumple |
| P-10 | 29.2 | 32 | Si cumple |

Fuente: Elaboración propia.

El asentamiento del concreto de las obras estudiadas no cumple el 100%, ver Tabla 5.

Tabla 5. Asentamiento del concreto (Slump).

| Código obra | Asent. (slump) (pulgadas) | Parám. (Máx.) | Condición |
|-------------|---------------------------|---------------|-----------|
| P-01 | 8.5 | 4.0 | No cumple |
| P-02 | 9.0 | 4.0 | No cumple |
| P-03 | 8.5 | 4.0 | No cumple |
| P-04 | 9.0 | 4.0 | No cumple |
| P-05 | 9.0 | 4.0 | No cumple |
| P-06 | 8.5 | 4.0 | No cumple |
| P-07 | 9.0 | 4.0 | No cumple |
| P-08 | 9.5 | 4.0 | No cumple |
| P-09 | 8.0 | 4.0 | No cumple |
| P-10 | 10.5 | 4.0 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia.

Además, en la Tabla 6 se muestra que el peso unitario del concreto de las obras estudiadas cumple en un 90%.

Tabla 6. Peso unitario del concreto.

| Código obra | Peso unit. (kg/m ³) | Parám. (kg/m ³) | Condición |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------|
| P-01 | 2369.846 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-02 | 2318.916 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-03 | 2358.493 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-04 | 2354.095 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-05 | 2395.871 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-06 | 2302.059 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-07 | 2398.070 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-08 | 2288.134 | 2300 a 2500 | No cumple |
| P-09 | 2371.685 | 2300 a 2500 | Si cumple |
| P-10 | 2301.326 | 2300 a 2500 | Si cumple |

Fuente: Elaboración propia.

El contenido de aire del concreto de las obras estudiadas no cumple el 70% con lo indicado (ver Tabla 7).

Tabla 7. Contenido de aire del concreto.

| Código obra | Cont. aire (%) | Parám. (% máx.) | Condición |
|-------------|----------------|-----------------|-----------|
| P-01 | 1.6 | 1.5 | No cumple |
| P-02 | 1.7 | 1.5 | No cumple |
| P-03 | 1.7 | 1.5 | No cumple |
| P-04 | 1.4 | 1.5 | Si cumple |
| P-05 | 2.1 | 1.5 | No cumple |
| P-06 | 1.7 | 1.5 | No cumple |
| P-07 | 1.4 | 1.5 | Si cumple |
| P-08 | 1.8 | 1.5 | No cumple |
| P-09 | 1.1 | 1.5 | Si cumple |
| P-10 | 2.4 | 1.5 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia.

Proceso de curado del concreto

No se realizó el curado del concreto, el cual ha influido para que se produzcan fisuras en las cimentaciones (Figura 2).



Figura 2. Fisuras producidas en zapata y viga de cimentación como consecuencia de no haber sido curadas.

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la compresión del concreto de todas las obras estudiadas.

La resistencia a la compresión del concreto utilizado en cimentaciones de las edificaciones comunes de la ciudad de Jaén, no cumple en un 100% con la resistencia mínima de 175 kg/cm^2 , indicada por la NTE E.060, ni con la resistencia para la cual es fabricada en obra la cual fue de 210 Kg/cm^2 en todas las obras. Con respecto a la resistencia mínima (175 Kg/cm^2), se obtuvo que el resultado promedio a los siete días es de 67.16 Kg/cm^2 , el cual alcanzó apenas un 38.4% respecto a ésta. Mientras que en comparación a la resistencia declarada este resultado sólo alcanzó un 32%, del resultado promedio a los 14 días, se encontró una resistencia a la compresión de 78.73 Kg/cm^2 , el cual alcanzo un 45% respecto a la resistencia mínima y un 37.5% respecto a la declarada y del resultado promedio a los 28 días, se encontró una resistencia a la compresión de 95.95 Kg/cm^2 , el cual alcanzo un 54.8% respecto a la resistencia mínima y un 45.7% respecto a la declarada.

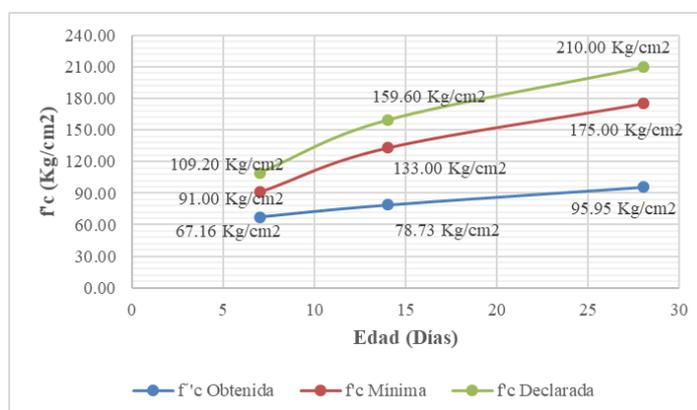


Figura 3. Resistencias promedio del concreto elaborado en obra a las edades de 07, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de las principales características de los agregados con mayor incidencia de uso.

Las características de los agregados evaluadas si cumplen con las especificaciones normalizadas para agregados en concreto NTP 400.037, por lo tanto, son adecuadas para la elaboración de concreto.

Tabla 8. Análisis de los resultados de los ensayos realizados a los agregados.

| 1. Datos de la muestra | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------|--------------------|-----------|-----------------|----------|-----------|
| Cantera de extracción | Manuel Olano (distribuidora San Luis) | | | | | | |
| Uso de la muestra | Zapatas | | | | | | |
| Agregado fino | Arena gruesa | | | | | | |
| Agregado grueso | 3/4" | | | | | | |
| 2. Contenido de humedad | | | | | | | |
| Agregado | Cont. Hum (%) | | Parámetro | Condición | | | |
| Agregado fino | 0.97 | | Ensayo referencial | - | | | |
| Agregado grueso | 0.93 | | Ensayo referencial | - | | | |
| 3. Granulometría | | | | | | | |
| Tamiz | Agregado fino | | | Tamiz | Agregado grueso | | |
| | % que pasa | Parám. % | Condición | | % que pasa | Param. % | Condición |
| 9,5 mm (3/8pulg) | 100.00 | 100 | Si Cumple | 3/4" | 100.00 | 100 | Si Cumple |
| 4,75 mm (N° 4) | 93.10 | 95 a 100 | No Cumple | 1/2" | 95.36 | 90 a 100 | Si Cumple |
| 2,36 mm (No. 8) | 87.84 | 80 a 100 | Si Cumple | 3/8" | 47.95 | 40 a 70 | Si Cumple |
| 1,18 mm (No. 16) | 72.42 | 50 a 85 | Si Cumple | 1/4" | 19.09 | - | Si Cumple |
| 600 µm (No. 30) | 45.54 | 25 a 60 | Si Cumple | N° 4 | 3.87 | 0 a 15 | Si Cumple |
| 300 µm (No. 50) | 19.50 | 05 a 30 | Si Cumple | N°8 | 0.00 | 0 a 5 | Si Cumple |
| 150 µm (No. 100) | 6.66 | 0 a 10 | Si Cumple | - | - | - | - |
| 4. Contenido de arcillas | | | | | | | |
| Agregado | Cont. Arc. (%) | | Parametro (%) | Condición | | | |
| Agregado fino | 0.24 | | 3.0 | Si Cumple | | | |
| Agregado grueso | 0.60 | | 5.0 | Si Cumple | | | |
| 5. Peso unitario | | | | | | | |
| 5.1. Peso por metro cúbico suelto | | | | | | | |
| Agregado | Peso por m ³ | | Parámetro | Condición | | | |
| Agregado fino | 1615.00 | | Ensayo referencial | - | | | |
| Agregado grueso | 1445.00 | | Ensayo referencial | - | | | |
| 5.2. Peso por metro cúbico compactado | | | | | | | |
| Agregado | Peso por m ³ | | Parámetro | Condición | | | |
| Agregado fino | 1721.00 | | Ensayo referencial | - | | | |
| Agregado grueso | 1506.00 | | Ensayo referencial | - | | | |
| 6. Peso específico | | | | | | | |
| Agregado | Peso específico (kg/cm ³) | | Parámetro | Condición | | | |
| Agregado fino | 2.656 | | Ensayo referencial | - | | | |
| Agregado grueso | 2.65 | | Ensayo referencial | - | | | |
| 7. Absorción | | | | | | | |
| Agregado | Absorción (%) | | Parámetro | Condición | | | |
| Agregado fino | 0.93 | | Ensayo referencial | - | | | |
| Agregado grueso | 0.96 | | Ensayo referencial | - | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Todas las características del concreto en estado fresco sí cumplieron con el parámetro de evaluación correspondiente; la temperatura obtenida fue de 27.1°C siendo menor a 32°C la cual es el parámetro, el asentamiento del concreto (Slump) fue de 3.5 pulgadas el cual es menor de 4.0 pulgadas requerido,

el peso unitario fue de 2387.08 Kg/m³ estando entre el rango establecido de 2300 Kg/m³ y 2500 Kg/m³ y por último el contenido de aire fue de 1.3% que también cumplió con lo requerido que es de 1.5% máximo.

La resistencia a la compresión del concreto elaborado con diseño de mezclas fue de 224.52 Kg/cm², la cual sí cumplió con la resistencia para la cual fue diseñada que fue de 210 Kg/cm². También cumplió al ser evaluada a los 07 y 14 días.

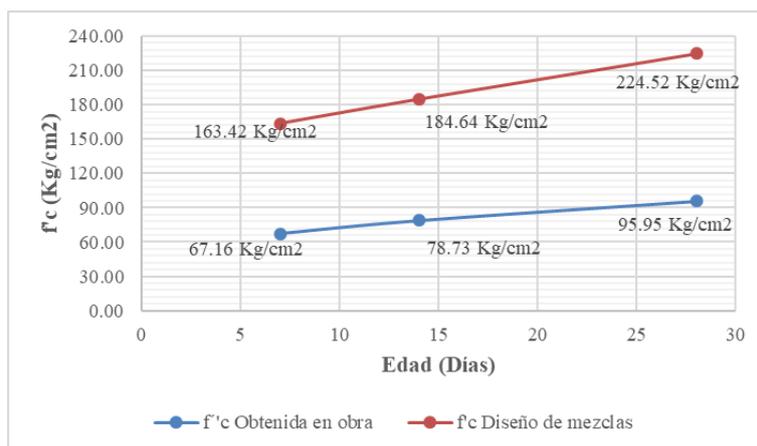


Figura 4. Resistencias promedio del concreto en obra vs las obtenidas con diseño de mezclas.

FUENTE: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Las condiciones de almacenamiento deficientes del cemento, puede influir de alguna manera en la resistencia del concreto puesto que si el cemento está expuesto al ambiente sin protección por mucho tiempo éste puede endurecerse en caso el clima sea cálido y presentar problemas de humedad si está expuesto a climas fríos y al utilizarse en el concreto no se mezclaría de manera uniforme. Con respecto a las condiciones de almacenamiento de los agregados, si estos no se almacenan en lugares sin ningún tipo de cobertura éstos estarían expuestos a que pueda humedecerse producto de las lluvias lo cual provocaría mezclas fluidas si no se controla la cantidad del agua, lo cual afecta directamente la resistencia. Respecto al almacenamiento del agua se ha realizado de manera adecuada para la elaboración de concreto por ser agua potable (ver Figura 1).

Las dosificaciones de agregados utilizados presentan un exceso (ver Tabla 2), afectando directamente la resistencia a la compresión del concreto, del mismo modo se utiliza agua en exceso, aumentando la relación agua cemento la cual baja la resistencia del concreto, además de obtener asentamientos elevados y contenido de aire por encima de los parámetros establecidos.

Uno de los problemas en la colocación del concreto es la falta de vibrado o compactado (ver Tabla 3), esto podría traer como consecuencia que se produzcan patologías en el concreto como cangrejeras, lo cual afectaría la estructura y por consiguiente la obra. El curado también juega un rol muy

importante sobre la resistencia del concreto, el cual no fue realizado en las obras evaluadas, lo que generará resistencias en obra menores a las obtenidas de las muestras extraídas de obra.

Algunas propiedades del concreto evaluadas como contenido de aire y asentamiento (ver Tabla 5 y 7 respectivamente) son las que más se encuentran fuera de los parámetros que establece la NTE-E.60 y algunos autores, esto debido principalmente al exceso de agua en la mezcla. Con respecto al asentamiento, Cuba (2017) en su tesis también obtuvo que es superior a el parámetro establecido de tres pulgadas.

La resistencia a la compresión promedio del concreto a los 28 días, obtenida de las obras estudiadas fue de 95.95 Kg/cm² (ver Figura 3), lo cual es un resultado muy inferior con respecto a la obtenida con el diseño de mezclas elaborado que fue de 224.52 Kg/cm², este resultado refleja lo que otros investigadores también obtuvieron, por su parte Ortiz (2015) obtuvo resistencias inferiores y en algunos casos superiores a la resistencia de diseño, mientras que Cuba (2017) obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión del concreto promedio obtenida a los 28 días fue de 142.98 kg/cm².

CONCLUSIONES

Las condiciones de almacenamiento de los materiales utilizados para la elaboración de concreto no son las adecuadas. El cemento se almacena de una manera deficiente en 80% de las obras y sólo en el 20% lo hace de manera correcta, los agregados en todas las obras se almacenan de manera deficiente y el agua es el único material que se almacena de manera correcta. Se concluye que este factor evaluado influye en la resistencia a la compresión del concreto, pero en menor porcentaje.

La dosificación de agregados y agua se realiza de manera excesiva, porque se utiliza para la medida de estos materiales balde de 18 litros, cuando lo correcto es utilizar balde concretero de 14 litros; se concluye que esto influye de manera directa con la resistencia del concreto. Con respecto al proceso de elaboración del concreto también fue deficiente influyendo también en la resistencia, pero en menor porcentaje. En el 80 % de obras evaluadas los procesos de colocación también fueron deficientes.

No se realizó el curado del concreto en ninguna obra estudiada. Se concluye que esto influye en la resistencia del concreto, es probable que se obtenga resistencias más bajas que las obtenidas en esta investigación.

El promedio de las resistencias obtenidas en obra a los 28 días, fue de 95.95 Kg/cm², el cual alcanzo un 54.8% respecto a la resistencia mínima según NTE E.060 (175 Kg/cm²) y un 45.7% respecto a la declarada (210 Kg/cm²). Se concluye que esto fue principalmente por el uso de dosificaciones excesivas.

Al realizar la evaluación de los agregados con mayor incidencia en la elaboración de concreto, se obtuvo como resultado que si cumple con las especificaciones de la NTP 400.037. Se concluye que éstos no influyen sobre la resistencia del concreto.

Luego de elaborar un diseño de mezclas con los materiales de mayor incidencia de uso en las obras estudiadas y realizar la preparación de la mezcla cumpliendo las especificaciones técnicas de las normas correspondientes. Se concluye que si se realizara un diseño de mezclas y se cumpliera con los procedimientos normados se cumpliría con todos los parámetros en todas las obras.

Luego de elaborar y difundir especificaciones técnicas mínimas que se deben cumplir para lograr una resistencia adecuada de concretos utilizados en cimentaciones de las edificaciones comunes se puede concluir que la mayoría de los maestros a los que se les explico y entregó estas especificaciones están dispuestos a seguir las recomendaciones para poder aportar en la solución de esta problemática que está sucediendo en la ciudad de Jaén.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (s.f.). *Tecnología del concreto*. Obtenido de https://kupdf.com/download/flavio-abanto-castillo-tecnolog-iacute-a-del-concreto-teor-iacute-a-y-problemas_58ffbcd9dc0d60787e959edf_pdf
- Chilcon, H. C., y Chunga Zuoeta, A. L. (2015). Evaluación de la calidad del concreto utilizado en las construcciones informales en la ciudad de Pimentel - Chiclayo - Lambayeque. (Tesis de pregrado). Universidad Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Cuba, G. J. (2017). Estudio tecnológico del concreto informal producido al pie de obra en la ciudad de Jaén, Sector "A". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- INDECOPI. (2008). *NTP 400.011 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/366617176/NTP-400-011-2008>
- INDECOPI. (2008). *NTP 339.034 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Norma Técnica Peruana, Lima - Perú*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/353435577/NTP-339-034-2008>
- INDECOPI. (2008). *NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico del hormigón (concreto). Norma Técnica Peruana, Lima - Perú*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/300694974/Determinar-La-Densidad-c-Airentp-339-046>
- INDECOPI. (2009). *NTP 339.035 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. Norma Técnica Peruana, Lima - Perú*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371807372/NTP-339-035-2009-pdf>

- INDECOPI. (2011). NTP 339.081 CONCRETO. Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del concreto fresco. Norma Técnica Peruana, Lima - Perú. Obtenido de https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=6456
- INDECOPI. (2013). NTP 334.009 CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/356376665/NTP-334-009-Cementos-Portland-requisitos-pdf>
- INDECOPI. (2014). NTP 400.037. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Obtenido de https://kupdf.com/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2009). NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.060 CONCRETO ARMADO. Obtenido de http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf
- Municipalidad provincial de Jaén. (2013). Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén 2013 - 2025. Jaén. Obtenido de <http://www.munijaen.gob.pe/documentos/proyecto1/VOLUMEN%20I%20DIAGNOSTICO%20URBANO.pdf>
- Ortiz, Á. E. (2015). "Análisis y descripción de la producción de concreto en obra de cinco proyectos de vivienda en Colombia". Bogotá – Colombia. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada.
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2012/10/03/libro-sobre-naturaleza-y-materiales-del-concreto/>
- Rivva, E. (2013). Diseño de Mezclas (2da ed.). Lima, Perú: Imprenta Williams E.I.R.L.