



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición  
de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

David Poma, Cristiam Jesús (ORCID: 0000-0002-9892-6367)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Benites Zuñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiar mis pasos y  
protegerme en todo momento.  
A mis padres por estar en todo  
momento conmigo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor de tesis el Mg. Ing. Benites Zuñiga, por su gran labor en la revisión de cada párrafo de mi tesis, por sus destacables experiencias y lecciones impartidas en las clases y en el asesoramiento individual, por ser una gran guía para conseguir la primera gran meta en mi etapa profesional.

## Índice de contenidos

|  |      |
|--|------|
| Carátula.....  | i    |
| Dedicatoria .....  | ii   |
| Agradecimiento .....                                       | iii  |
| Índice de contenidos .....                                 | iv   |
| índice de tablas .....                                     | v    |
| índice de figuras .....                                    | vi   |
| Resumen .....  | viii |
| Abstract .....   | ix   |
| I.INTRODUCCIÓN .....                                       | 1    |
| II.MARCO TEÓRICO.....                                      | 7    |
| III.METODOLOGÍA.....                                       | 22   |
| 3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....                    | 22   |
| 3.2. Variables, Operacionalización .....                   | 23   |
| 3.3 Población y muestra .....                              | 26   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 27   |
| 3.5. Procedimientos.....                                   | 29   |
| 3.6. Métodos de análisis de Datos .....                    | 29   |
| 3.7. Aspectos éticos .....                                 | 30   |
| IV.RESULTADOS.....   | 31   |
| V. DISCUSIÓN .....   | 81   |
| VI.CONCLUSIONES .....                                      | 85   |
| VII.RECOMENDACIONES .....                                  | 87   |
| REFERENCIAS.....   | 88   |
| ANEXOS .....   | 91   |



## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Aspecto Social en las viviendas de Lima y otros departamentos .....   | 5  |
| Tabla 2. Compuestos del cemento portland.....  | 14 |
| Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino .....   | 15 |
| Tabla 4. Requisitos granulométricos del agregado grueso.....   | 15 |
| Tabla 5. Clases de mezcla según su asentamiento .....  | 18 |
| Tabla 6. Propiedades Físicas y Mecánicas del concreto.....   | 21 |
| Tabla 7. Cantidades en peso de los materiales para la elaboración de las<br>probetas con muestras de tapas metálicas ..... | 27 |
| Tabla 8. Cuadro de rotura de probetas a 7 días.....  | 43 |
| Tabla 9. Cuadro de rotura de probetas a 14 días.....   | 43 |
| Tabla 10. Cuadro de rotura de probetas a 28 días.....  | 44 |
| Tabla 11. Cuadro de rotura de vigas de concreto a 14 días.....   | 45 |
| Tabla 12. Cuadro de roturas de vigas de concreto a 28 días .....   | 45 |
| Tabla 13. El sistema de albañilería posee un coeficiente de reducción de 8 ...   | 62 |
| Tabla 14. Límites para la distorsión del entrepiso .....   | 67 |
| Tabla 15. Distorsión en dirección X.....   | 68 |
| Tabla 16. Distorsión en dirección Y.....   | 68 |
| Tabla 17. Distorsión en dirección X con aditivo.....   | 69 |
| Tabla 18. Distorsión en dirección Y con aditivo .....  | 69 |
| Tabla 19. Cuadro de descripción y toma de datos de compresión axial .....  | 70 |
| Tabla 20. Cuadro de resultados del esfuerzo a compresión en unidades de<br>Kg/cm <sup>2</sup> .....                        | 70 |
| Tabla 21. Cuadro de descripción y toma de datos de compresión axial .....  | 71 |
| Tabla 22. Cuadro de resultados del esfuerzo a compresión en unidades de<br>Kg/cm <sup>2</sup> .....                        | 72 |
| Tabla 23. Cuadro de descripción y toma de datos de compresión axial a 28 días<br>.....                                     | 73 |
| Tabla 24. Resultados del esfuerzo a compresión en unidades de Kg/cm <sup>2</sup> a 28<br>días.....                         | 73 |
| Tabla 25. Descripción y toma de datos de flexión a 14 días .....   | 75 |
| Tabla 26. Resultados del esfuerzo a flexión en unidades de Kg/cm <sup>2</sup> a 14 días<br>.....                           | 76 |
| Tabla 27. Descripción y toma de datos de flexión a 28 días .....   | 77 |
| Tabla 28. Resultados del esfuerzo a flexión en unidades de Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días<br>.....                           | 77 |
| Tabla 29. Descripción del Desplazamiento lateral en dirección X.....   | 79 |
| Tabla 30. Descripción del Desplazamiento lateral en dirección Y .....  | 79 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Zona de Sismo del Perú en el último siglo. ....  | 3  |
| Figura 2. Viviendas Senso 2017.....  | 4  |
| Figura 3. Tapas de corona de diferentes bebidas de gaseosa y de cervezas..                       | 20 |
| Figura 4. Mapa del Perú.....   | 31 |
| Figura 5. Provincia de Lima, Departamento de Lima .....  | 32 |
| Figura 6. Distrito de San Martín de Porres .....   | 32 |
| Figura 7. Ubicación en Google Maps .....   | 33 |
| Figura 8. Vías de Acceso en google maps.....   | 34 |
| Figura 9. Tapas metálicas tipo corona con agujero en el centro .....                             | 35 |
| Figura 10. Agregado grueso.....  | 35 |
| Figura 11. Introducción de agregados al horno .....  | 36 |
| Figura 12. Elaboración del Diseño de Mezcla .....  | 36 |
| Figura 13. Ensayo de consistencia del concreto - Slump .....                                     | 37 |
| Figura 14. Ensayo de Calidad – SLUMB – Parámetros de la Norma .....                              | 37 |
| Figura 15. Elaboración de probetas de concreto.....  | 38 |
| Figura 16. Chuseado con barra de acero liso en la mezcla de concreto.....                        | 38 |
| Figura 17. Elaboración de vigas de concreto .....  | 39 |
| Figura 18. Diseño de mezclas de concreto con tapas recicladas.....                               | 39 |
| Figura 19. Fraguado de las probetas de concreto.....   | 40 |
| Figura 20. Curado de las probetas de concreto .....  | 40 |
| Figura 21. Rotura de probetas a 7 días de fraguado el concreto .....                             | 41 |
| Figura 22. Rotura de probetas a 14 días del fraguado del concreto.....                           | 41 |
| Figura 23. Rotura de probetas a 28 días de fraguado del concreto .....                           | 42 |
| Figura 24. Rotura a 14 y 28 días de vigas de concreto .....                                      | 42 |
| Figura 25. Descripción de la colocación de viga de concreto a flexión .....                      | 44 |
| Figura 26. Ingreso de valores en los ejes “X” y “Y” .....  | 46 |
| Figura 27. Ingreso de valores en el eje “Z” .....  | 46 |
| Figura 28. Ingreso de valores en la definición del material sin aditivo.....                     | 47 |
| Figura 29. Se ingresa el valor esfuerzo a compresión axial en el Etabs según<br>RNE E-0.30 ..... | 48 |
| Figura 30. Fórmula del módulo de elasticidad de concreto .....                                   | 48 |
| Figura 31. Ingreso de valores en el material con aditivo reciclado .....                         | 49 |
| Figura 32. Se ingresa el valor esfuerzo a compresión axial en el Etabs según<br>RNE E-0.30 ..... | 50 |
| Figura 33. Fórmula del módulo de elasticidad de concreto .....                                   | 50 |
| Figura 34. Ingreso de valores del refuerzo de acero en el concreto.....                          | 51 |
| Figura 35. Creación de columna con concreto patrón.....  | 52 |
| Figura 36. Creación de columna de concreto con tapas metálicas recicladas .                      | 52 |
| Figura 37. Creación de vigas de concreto con mezcla patrón.....                                  | 53 |
| Figura 38. Creación de vigas de concreto con mezcla de tapas metálicas<br>recicladas .....       | 53 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 39. Asignación de puntos empotrados al suelo .....                                  | 54 |
| Figura 40. Plano en planta (modelamiento en etabs) .....                                   | 54 |
| Figura 41. Plano en 3D de pórtico de concreto armado .....                                 | 55 |
| Figura 42. Creación de cargas por gravedad y sismo .....                                   | 55 |
| Figura 43. Eje X más la excentricidad .....  | 56 |
| Figura 44. Eje Y más la excentricidad .....  | 56 |
| Figura 45. Se da click en define, y por consiguiente en la opción mass source              | 57 |
| Figura 46. En mass sources se crea un peso sísmico .....                                   | 57 |
| Figura 47. Las cargas creadas en load pattern más sus multiplicadores .....                | 58 |
| Figura 48. Se aprecia el artículo 26, que indica la categoría C de vivienda .....          | 58 |
| Figura 49. Darle click en define, luego en función para la espectro de respuesta<br>.....  | 58 |
| Figura 50. Espectro de respuesta, en donde se coloca la norma del 2014 .....               | 59 |
| Figura 51. Espectro de respuesta .....   | 59 |
| Figura 52. Cuadro de zonificación E-0.30 - RNE.....  | 60 |
| Figura 53. Cuadro de tipo de edificación .....   | 60 |
| Figura 54. Tipo de suelo 2 por ser suelo intermedio .....                                  | 61 |
| Figura 55. Regularidad en vivienda de tapial .....   | 61 |
| Figura 56. Se da click en define, y por consiguiente se define el diafragma ...            | 62 |
| Figura 57. En la combinación se coloca la Norma E-0.60 .....                               | 63 |
| Figura 58. En la combinación se coloca la Norma E-0.60 .....                               | 63 |
| Figura 59. Resistencia requerida en una combinación.....                                   | 64 |
| Figura 60. Resistencia requerida en una combinación.....                                   | 64 |
| Figura 61. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos<br>anteriores ..... | 65 |
| Figura 62. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos<br>anteriores ..... | 66 |
| Figura 63. Factor de multiplicación en sistemas de estructuras regulares .....             | 67 |
| Figura 64. Esfuerzo a compresión axial en kg/cm <sup>2</sup> .....                         | 71 |
| Figura 65. Esfuerzo a compresión axial en kg/cm <sup>2</sup> .....                         | 72 |
| Figura 66. Esfuerzo a compresión axial en kg/cm <sup>2</sup> .....                         | 74 |
| Figura 67. Comparación de esfuerzos a compresión .....                                     | 75 |
| Figura 68. Esfuerzo a flexión en kg/cm <sup>2</sup> .....                                  | 76 |
| Figura 69. Esfuerzo a flexión en kg/cm <sup>2</sup> .....                                  | 78 |
| Figura 70. Comparación de esfuerzos a flexión .....  | 78 |
| Figura 71. Comparación lateral de distorsiones A y B.....                                  | 80 |

## RESUMEN

El informe de investigación titulada Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2018 tiene como objetivo principal evaluar la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado si favorece para el comportamiento estructural en pórticos de concreto armado el tipo de método empleado fue cuantitativo, su nivel fue aplicado por basarse en resultados e hipótesis, su diseño es experimental ya que se manipularon variables. Los resultados que se obtuvieron del laboratorio fueron favorables y aceptables por una correcta dosificación en la número 3 (muestra con un 20% de tapas metálicas tipo corona) con un esfuerzo a compresión después de 28 días de 260.00 kg/cm<sup>2</sup>; el esfuerzo a la flexión o flexo-tracción de la misma muestra con aditivo reciclado se obtuvo un 53.1 kg/cm<sup>2</sup> y con respecto a los desplazamiento laterales fueron menores que el de la muestra patrón (sin aditivo reciclado) siendo en la dirección con mayor fluencia la X un 0.0050 cm y un 0.00680 cm respectivamente. Se concluye que el esfuerzo a compresión que se obtuvo está en el rango de aceptable por poseer un aditivo de mejoramiento de propiedades así como en el esfuerzo a flexión, cabe destacar que los resultados del desplazamiento lateral ambas muestras fueron aceptables en el rango de 0.005 de derivas pero destacando que la muestra con aditivo reciclado obtuvo menor desplazamiento lateral (derivas).

**Palabras claves:** Comportamiento estructural, pórticos, tapas metálicas

## ABSTRACT

The research report entitled structural evaluation of a concrete portico with the addition of recycled metal lids in SJL, Lima, 2018. The main objective of this study is to evaluate the influence of recycled crown-type metal lids if the The method used was quantitative, its level was applied based on results and hypotheses, its design is experimental since variables were manipulated. The results obtained from the laboratory were favorable and acceptable due to a correct dosage in number 3 (sample with 20% metal crown caps) with a compressive stress after 28 days of 260.00 kg / cm<sup>2</sup>; the flexural or flexo-tensile stress of the same sample with recycled additive was 53.1 kg / cm<sup>2</sup> and with respect to the lateral displacements they were less than that of the standard sample (without recycled additive), being in the direction with greater creep the X a 0.0050 cm and a 0.00680 cm respectively. It is concluded that the compressive stress that was obtained is in the acceptable range due to having an additive to improve properties as well as in the flexural stress, it should be noted that the lateral displacement results of both samples were acceptable in the 0.005 range of drifts but highlighting that the sample with recycled additive obtained less lateral displacement (drifts).

**Keywords:** Structural behavior, frames, metal covers

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el problema de la acumulación de desechos existe en todo el mundo, específicamente en las áreas más pobladas. La mayoría de los residuos menudos que tiramos a la basura (chapas de cervezas) para que sea reciclables lo ignoramos por su tamaño. Grandes cantidades de este desperdicio no pueden ser eliminadas aunque sean de material recuperables, hay bastantes restos que nunca llegaran a reciclarse por su reducido tamaño, pero difícilmente acabara reciclado. Sin embargo, se puede disminuir la contaminación ambiental haciendo uso sostenible de estos desechos como las tapas metálicas tipo corona compuesta de hojalata (en botellas de vidrio de gaseosa y cervezas), para la elaboración de mezcla de concreto.

Por otro lado, actualmente la hojalata por sus aplicaciones se ha constituido en un material con “un mayor valor agregado”, puesto que cada vez es más dependiente de la tecnología, la información y por sus características estructurales, tiene una variedad de aplicaciones en la ingeniería.<sup>1</sup>

En estos últimos años, se ha visto los diversos tipos de diseño de mezcla de concreto utilizando materiales de poliestireno, escombros, desechos de industrias de automotriz, caucho, PET, vidrio y hojalata, como sustitución de agregados consiguiendo nuevas alternativas de solución de fabricar un concreto ecológico comprometido con el medio ambiente.<sup>2</sup>

El no reciclar los desechos de tapas de corona estaríamos afectando al ecosistema de manera alarmante, además estos desechos se utilizarían como un material de agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto y emplearlo en las obras de construcción.

Esta investigación tiene como propósito diseñar una mezcla de concreto sustituyendo un porcentaje del agregado grueso por las tapas de corona (chapitas),

---

<sup>1</sup> (ZEMULZE Díaz, 1995 pág. 23)

<sup>2</sup> (CASTILLO Gómez, 2015 pág. 2)

de tal manera determinar si los resultados obtenidos cumplen con los objetivos planteados y poder usar estos materiales en la construcción.

Así mismo se destaca según fuentes del Sismid el 7.5 que sufrió la provincia de Lima en el año 2006 un sismo ocurrido en Pisco como epicentro en el mar dejó devastada el lugar, destacando que también se sintió en Lima y tuvo consecuencia y concientización de que un gran porcentaje de la población no está preparada para un sismo alto a escala de Richter y más aún las viviendas que a su vez están construidos por muros de confinamiento en un diseño pobre, así mismo edificaciones de gran magnitud formados por pórticos de concreto armado pero un gran porcentaje carece de un buen diseño estructural por lo que se concluye futuras pérdidas humanas.

Se destacó que en Lima en 2001 la encuesta nacional de Hogares informo que un 17.2% de familias que vive en el campo fue afectada por el feroz sismo. Destacando siempre el sismo más recordado en Lima en el año 1974 uno que dejó devastado con un 39 % de la capital y viviendas de tierra en colapso y un porcentaje menor en las viviendas de material noble esto lo afirma defensa civil en sus publicaciones de 1998.

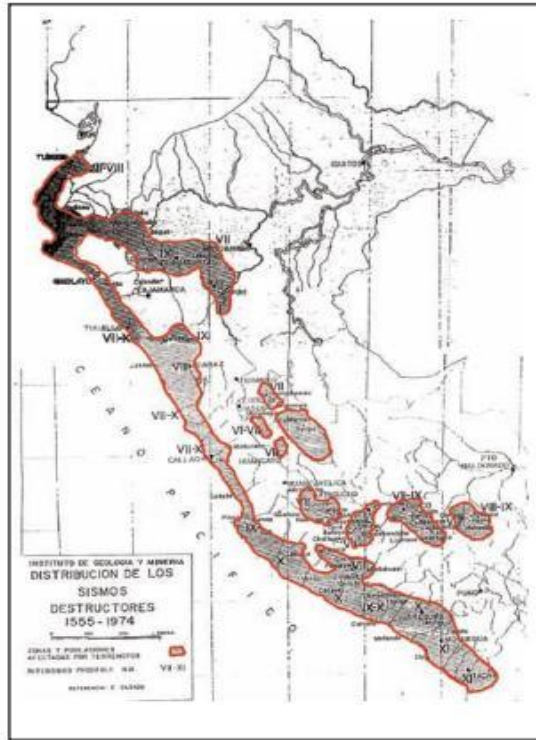


Figura 1. Zona de Sismo del Perú en el último siglo.

El mapa presentado muestra una distribución de los sismos más destructivos ocurridos en los últimos cinco siglos en el Perú. Se debe indicar que el 55% de los movimientos de sismo registrados se ubican en los intervalos de 1950 y 1970, a la vez se aprecia la costa peruana, la zona central, el norte y el sur del Perú tienen significativa actividad sísmica.

### **Formulación del problema**

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó los siguientes problemas de investigación:

#### **Problema general**

¿En qué medida favorece las tapas metálicas tipo corona reciclado para el comportamiento estructural en pórticos, Lima, 2018?

#### **Problemas específicos**

¿Qué efectos produce las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018?



¿Cuáles son los resultados de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a flexión en pórticos, Lima, 2018?

¿Cómo influye las tapas metálicas tipo corona reciclado en los desplazamientos laterales en pórticos, Lima, 2018?

La **justificación** de la presente investigación se va recolectara teorías y conceptos que están relacionados al tema, en la cual aportaremos conocimientos sobre el reforzamiento de concreto mediante el uso de tapas de corona en el diseño de mezcla, y en el caso que se obtenga buenos resultados se podrá planificarse en una propuesta, para la elaboración de losas de concreto ecológicos.

La presente investigación es **justificación metodológica**, porque se ajustó a trabajos previos realizados como referencia del proyecto de investigación. En la cual se citaron para conseguir los objetivos de los estudios. Como algunas normas del ASTM y la NTP Con esta información se pretende determinar el diseño de mezcla de concreto usando tapas de corona.

La presente investigación se **justifica** de manera **práctica**, porque necesitamos investigar nuevos materiales para la elaboración del concreto y aplicarlos en las obras de ingeniería.

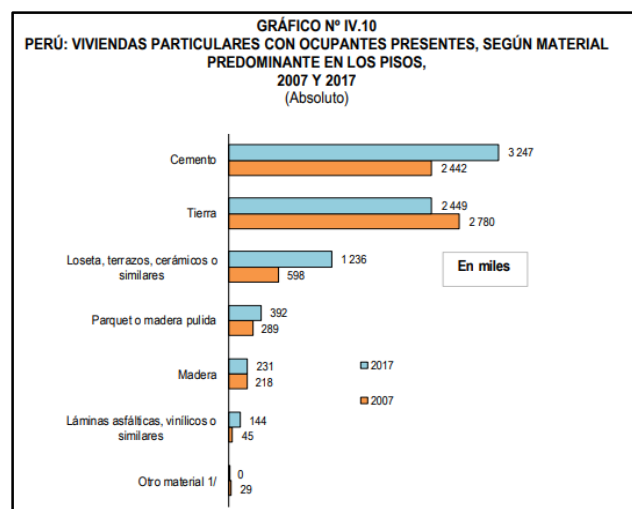
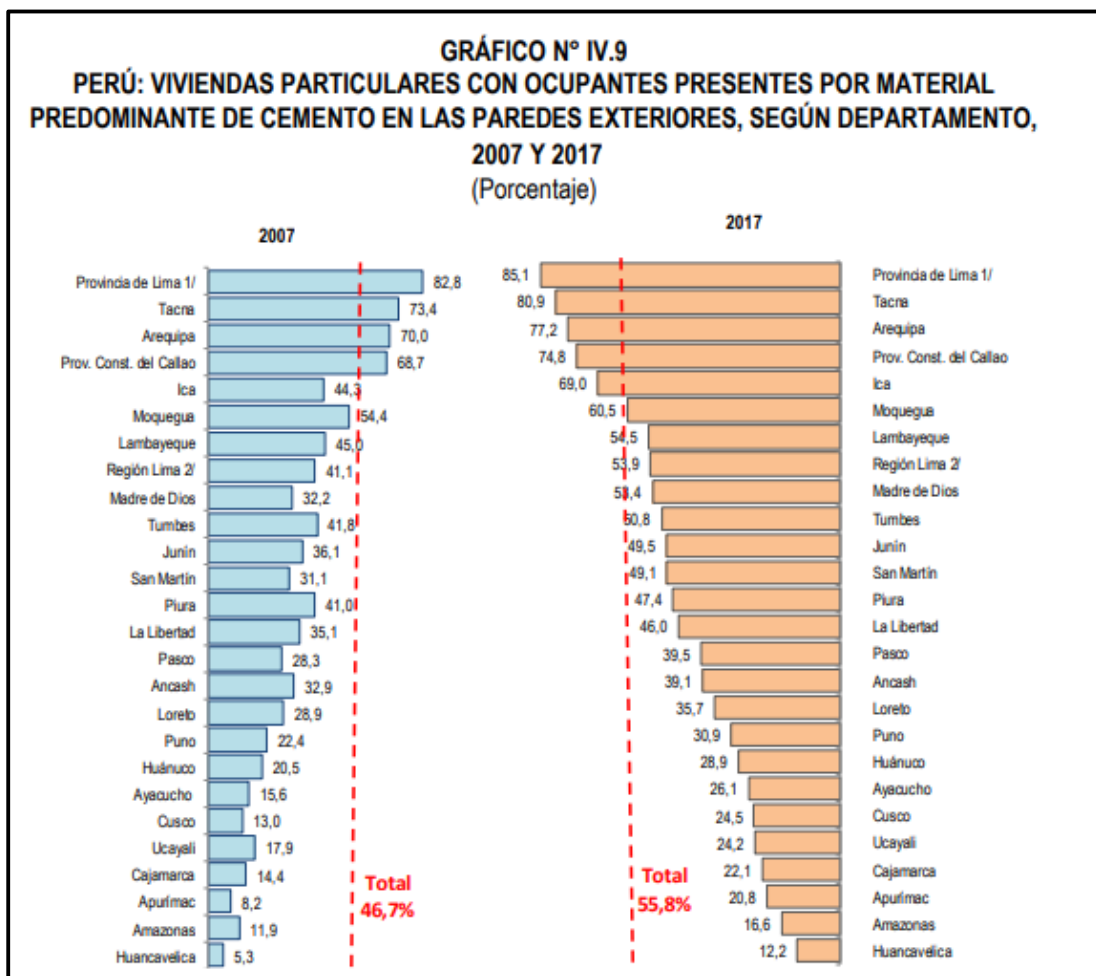


Figura 2. Viviendas Senso 2017

La **justificación social** nos permite poder estudiar el comportamiento del concreto incorporando tapas de corona con perforaciones en la superficie lisa en tres estados (tapas sin doblar, parcialmente doblada y totalmente doblada) para sustituir el agregado grueso en un 25% y conocer sus ventajas y desventajas. Grandes cantidades de este desperdicio no pueden ser eliminadas, aunque sean de material recuperables. Esto permitirá limpiar bastantes restos de tapa de corona (chapas) que nunca llegaría a reciclarse por su reducido tamaño.

**Tabla 1. Aspecto Social en las viviendas de Lima y otros departamentos**



Fuente: INEI censo 2017

La presente investigación de este proyecto **justificará** el lado **económico** para la elaboración del concreto adicionando tapas metálicas tipo corona (chapas), lo cual se obtendrá un concreto ecológico que reduciría la mayoría de los residuos

menudos que tiramos a la basura que ignoramos por su tamaño. Así mismo determinar una viabilidad económica de materiales que se usan en la industria de la construcción y al mismo tiempo esta de la mano con el medio ambiente.

### **Objetivo general**

Evaluar la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado para el comportamiento estructural en pórticos, Lima, 2018.

### **Objetivos específicos**

Determinar los efectos de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018.

Determinar los resultados de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a flexión en pórticos, Lima, 2018.

Determinar la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado en los desplazamientos laterales en pórticos de Lima, 2018.

### **Hipótesis general**

La adición de tapas metálicas tipo corona influirá positivamente en la resistencia a la compresión del concreto, Lima, 2018.

### **Hipótesis específicas**

Las tapas metálicas tipo corona reciclado producen efectos significativos en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018.

Las tapas metálicas tipo corona reciclado producen efectos significativos en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018.

Las tapas metálicas tipo corona reciclado influyen significativamente en los desplazamientos laterales en pórticos de Lima, 2018.

## II. MARCO TEÓRICO

**Chacon & Fabian** (2016), en su investigación titulada “**Concreto Ecológico a Partir de Material PET, Vidrio y Tapas de Bebidas Refrescantes y Alcohólicas**”.

El **objetivo** de su investigación fue crear un concreto ecológico para ser utilizado en proyectos de desarrollo que se agreguen a la mejora del medio en que vivimos, brindándole al constructor seguridad en cuanto a propiedades mecánicas y que sea amigable con el medio ambiente, en el cual se utilizó varias etapas, reciclaje del material a ser utilizado, cortando el material en pedazos (PET), vidrio molido, doblaje de las tapas de cervezas, para la producción resultante de dosificación 1: 2: 2 y 1: 2: 3 al volumen. La **metodología** de investigación es de tipo aplicada ya que se basa en teorías ya existentes. Se realizaron probetas cilíndricas de 3 "(d) x 6" (h) (h = estatura y d = anchura) en el laboratorio con el propósito final de constatar su resistencia a la compresión a los 7 y 28 días. **Concluyó** que tiene un problema principal de que dichas tapas son de superficie lisas al adherir con el concreto en cual no genero ningún agarre con la mezcla endurecidas; en cualquier caso, se le recomienda realizar un lijado de dichas tapas o perforaciones en la parte superior para cambiar la superficie y favorecer el agarre para el concreto, no obstante, se desea hacer un concreto donde unen las piedras chancadas con dichas tapas, sobre la base de que en los análisis anteriores de dicho material no se utilizó por el tamaño y textura de las tapas, tantas dobladas totalmente, semicerradas y en su estado normal y es muy importante conocer la interacción de estas partículas en una matriz de concreto ya que si su resultados es satisfactorio, sería un aporte a la ingeniería para la futuras generaciones. Este antecedente aporte con referente a la concientización que se debe tener sobre el cuidado del medio ambiente por ello presenta un material de tipo reciclado para aumentar las propiedades mecánicas del concreto para ello se realizan pruebas que constaten ellos en probetas cilíndricas en el tiempo de 7 días y 28 días.

**Blanco** (2017), en su investigación titulada “**Diseño de mezcla experimental de concreto con sustitución del agregado grueso por tapas corona**” destacando su **objetivo** principal fue determinar si favorece las tapas de corona en el diseño experimental de la mezcla de concreto. La **metodología** fue empleada en esta investigación de tipo aplicada ya que se basa en teorías ya existentes y además

tiene un enfoque cuantitativo esto se ve reflejado en resultados numéricos. Entre los **resultados** más destacados fueron que se tiene el aumento de la resistencia del concreto por el reemplazo del hormigón a tapas corona comprobada con el ensayo a compresión por resultados del esfuerzo a compresión axial. Se concluyó que los resultados obtenidos, no solo demuestra el funcionamiento de estas tapas en el diseño de muestra del concreto, sino que abre un abanico de posibilidades para futuras investigaciones, las cuales permitan garantizar el uso de las tapas en diversas formas constructivas de la ingeniería, así como la necesidad de crear conciencia en la sociedad civil venezolana y latinoamericana, acerca del uso de este producto que es descartado por los consumidores en grandes cantidades en los vertederos de desechos sólidos. Este antecedente nos aporta a la presente investigación la innovación de utilizar materiales reciclados para elevar la resistencia del concreto en su diseño y la sustitución de materiales como el hormigón o en otros materiales de construcción, por ende aplicaremos la base de esta presente investigación en la funcionalidad del material que se está proponiendo que son chapas recicladas de botellas que son una demanda de desecho que se pueden reutilizar.

**López** (2013), sustento la investigación denominada “**Análisis de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto sustituyendo un 50% del agregado grueso por residuos de cilindros de concreto**” de la facultad de ingeniería de la universidad Rafael Urdaneta en Venezuela. El **objetivo** de su investigación fue disminuir el problema de la cantidad de escombros. La **metodología** de investigación fue de tipo aplicada ya que se basa en teorías ya existentes para el análisis de la compresión de la mezcla reciclada además tiene un enfoque cuantitativo ya que los resultados son numéricos. Entre sus hallazgos se destaca los desechos sólidos existentes en la actualidad deben ser recolectados y trasladados hacia la disposición final mejor conocido como botaderos de basura, pudiendo ser aprovechados en otras construcciones. **Concluyó** que los resultados obtenidos de la mezcla de concreto modificada ensayada a los 28 días obtuvo un resultado satisfactorio, siendo esta de 267 kg/cm<sup>2</sup> y la convencional de 260 kg/cm<sup>2</sup>, ambas con una valoración mayor a los 250 kg/cm<sup>2</sup> se puede decir que es factible

la utilización de cilindros de concreto triturados como sustitución de agregado grueso en mezcla de concreto.

El aporte principal de esta investigación es la utilización de los residuos de cilindros de concreto y así diseñar una mezcla reciclada que aun así mejora la resistencia a compresión axial y para ello demanda reforzar el concreto con el material planteado.

**Peñaloza & Moreno** (2015), en su investigación titulada “**Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto con sustituciones del 10% y el 30% de arena con caucho granulado**” su **objetivo** más destacado fue determinar la viabilidad de usar un material de origen reciclado como agregado de sustitución con porcentajes del 10% y 30% respecto al volumen de arena en una mezcla para concreto con fines de uso estructural. El estudio de la siguiente **metodología** fue de diseño experimental por la manipulación de las variables, de nivel explicativo por que obtendremos resultados de laboratorio y constataremos las hipótesis, y finalmente un enfoque cuantitativo por los resultados numéricos del laboratorio. La mezcla convencional fue elaborada con las mismas proporciones para poder establecer un punto de comparación. Los resultados reproducidos en las gráficas, indican que la variación más importante ocurre para la mezcla en la que se reemplaza el 30% de arena con GCR, esta mezcla alcanza una resistencia inferior a la de la mezcla convencional con una diferencia del 20,30%. **Concluyó** que el uso de caucho granulado en mezclas para concreto con un volumen de sustitución del 10% es factible más sim embargo se requieren estudios adicionales para evaluar el comportamiento estructural. Finalmente el reemplazo del 30% de fino con caucho granulado no satisface el comportamiento a la compresión axial, de manera que no se recomienda sustituciones iguales o mayores a este porcentaje. Esta investigación sirve para la presente investigación en la consideración del porcentaje a utilizar (dosificación) en las muestras de estudios teniendo 3 porcentaje con las que se medirá si incrementa o disminuye el esfuerzo de compresión con el material de chapas tipo corona, por lo que se destaca que no siempre aumenta el material de aumento de resistencia en un alto porcentaje puede producir daños severos en el diseño de mezcla. La densidad en estas muestras ensayadas disminuye entre

5% y 10% y que la absorción aumenta drásticamente siendo estos los más resaltantes de la investigación

**Montilla & Porto** (2016), en su investigación titulada “**Análisis del concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años**” su **objetivo** principal fue analizar el concreto con agregado grueso reciclado en obras civiles de Venezuela en un periodo de quince años. Así como determinar el empleo de este en el área de la construcción, dependiendo de su resistencia específica. El diseño de la **metodología** fue experimental ya que hay una manipulación de las variables de estudio de tipo aplicada ya que se sustenten en fuentes bibliográficas, teorías, etc. En sus hallazgos se destaca que es factible confeccionar concretos de uso estructural si se observa que el diseño de mezcla con sustituciones de un 25 % se mantiene el desempeño de la mezcla; La densidad en estas muestras ensayadas disminuye entre 5% y 10% y que la absorción aumenta drásticamente siendo estos los más resaltantes de la investigación. En **conclusión**, las mezclas confeccionadas con agregados reciclados presentan un costo muy parecido a la mezcla de referencia, dado que si bien consumen más cemento, el costo del agregado reciclado es menor al natural, en tal caso se recomienda por distintas fuentes invertir el ahorro generado por los agregados reciclados en un aumento de cemento en la mezcla para aumentar así la resistencia a compresión y la durabilidad del concreto. El aporte más significativo es tener en cuenta el factor económico que se debe reportar para presentar un material que adhiera al concreto y este satisfaga el esfuerzo a compresión y flexión según las propiedades mecánicas por ende estos resultados son en un 25 % favorables y sirve para reconocerlo en la presente investigación.

**Reyna** (2016), realizó el estudio de investigación denominado “**Reutilización de plásticos PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de vivienda de bajo costo**”: Su **objetivo** fue determinar que dichos materiales se pueden reutilizar para elaborar concreto ecológico con la utilización de PET, papel y bagazo de caña de azúcar en los porcentajes de 5%, 10% y 20% respectivamente, para reemplazar los agregados gruesos y disminuir los agregados finos. La **metodología** fue de tipo

aplicada basada en teorías y fórmulas, de nivel explicativo se responderá las hipótesis si es nula o alterna y de diseño experimental manipulación de variables. En los **resultados** se observó que la resistencia a la compresión agregando los materiales disminuye cuando se incrementa el porcentaje en peso de los materiales reutilizados. De las cuales la resistencia más aceptable para el concreto ecológico conteniendo PET al 5% en peso se obtuvo 459.26 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión se realizó muestras de concreto ecológicos conteniendo los residuos de plásticos reciclados PET al 20% y se obtuvo como respuesta un ahorro de S/.14.25 en el análisis de los costos unitarios al reutilizar plásticos reciclados. Este antecedente nos aporta la técnica de observación que se obtuvo en el diseño de mezcla con el PET, además se puede apreciar el aumento considerable del diseño de mezcla por un material reciclado, y así fomentar el desarrollo ecológico en nuestro planeta donde habitamos.

**Rojas** (2015), realizó la investigación denominada “**Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico**” de la facultad de ingeniería de la universidad privada Antenor Orrego, el **objetivo** de la investigación fue que la resistencia a la compresión en sus distintos días de 7, 14, 21 y 28 días fueron de 184 kg/cm<sup>2</sup> hasta llegar a 318.8 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, utilizando un porcentaje mínimo de vidrio triturado en la dosificación. La **metodología** de la investigación fue de tipo cuantitativo por los resultados numéricos y un diseño experimental por la manipulación de variable independiente como la dependiente. En **resultado** las características de los agregados que se obtuvieron en los resultados fueron favorables por que cumplen con los estudios granulométricos de la Norma Técnica Peruana 400.037. Asimismo, considerando que la trabajabilidad para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> depende del asentamiento de la mezcla, la cual salió como resultado 8cm de slump por lo que la unión del vidrio triturado con la mezcla en su estado fresco no altera su consistencia. En conclusión, la proporción volumétrica para un concreto ecológico de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> agregando un porcentaje mínimo de vidrio triturado mediante el método ACI, fue de 1: 1.68: 2.87: 0.06 kg/bls /22.7 lts / bls.



**Ccopa** (2017), sustentó la investigación denominada “**Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto**” de la facultad de ingeniería civil y arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano. El **objetivo** de su investigación fue evaluar los impactos de una sustancia nanotecnológica, por ejemplo, el grafeno en las características de la mezcla en estado fresco y solidificado, para el cual se recopilaron datos y se desglosaron hasta el tema de investigación y se comprobó que tienen efectos positivos para el desarrollo del concreto y se comprobó que el material incorporado tiene resultados constructivos para un avance en la innovación en la ingeniería en la que se realizaron pruebas cercanas entre el concreto convencional y el concreto con adición de grafeno. El nivel de grafeno incluido osciló entre 0,5%, 1% y 1,5% cm. El concreto patrón estaba destinado a obtener una resistencia a los 28 días, 210 kg / cm<sup>2</sup>. La **metodología** de investigación fue de tipo aplicada basada en teorías y formulas. **Concluyendo** que si hablamos de concreto en estado fresco la consistencia asciende como respecto al concreto convencional, dependiendo de la medida del grafeno incluida. Además, si hablamos del concreto solidificado curado se logró comprobar que el grafeno influye positivamente en el incremento a la compresión, especialmente en los 7 días de curado, cumpliendo que mayor cantidad de grafeno, los impactos son insignificantes ya que la resistencia a la compresión tiende a convergerse. Este antecedente aporta en conocimiento de aditivos para acelerar el proceso de endurecimiento y el aumento en su resistencia, para ello de esta investigación se tomará la base de materiales PET en el proceso de preparado o ejecución para el análisis.

**Simón** (2017), en su tesis titulada “**Variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural**” para optar el grado de ingeniero civil en su **objetivo** principal fue determinar la variación de la resistencia del concreto endurecido utilizando el polímero NexSpray como reforzamiento estructural. La **metodología** empleada tiene un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo ya que se justificará las respuestas a través de los resultados y finalmente un diseño experimental ya que se manipula la variable independiente con la dependiente para así plantear los problemas específicos y el general. Los **resultados** de los ensayos en testigos se elaboraron en sección

circular tal como indica la norma NTP 339.034, evaluando así la rotura a compresión; como resultado se obtuvo un incremento hasta de 9,67% en la variación. De la resistencia a la compresión respecto a la muestra patrón. Se concluyó que a través de los resultados obtenidos de los ensayos al elaborar el polímero NexSpray como reforzamiento de las probetas de concreto aumenta la resistencia a compresión de la misma en comparación con aquellos que no fueron revestidas, de laboratorio, que al elaborar el polímero NexSpray como reforzamiento de las probetas de concreto aumenta la resistencia a compresión de la misma en comparación con aquellos que no fueron revestidas, estableciéndose que, a mayor cantidad de capas, mayor será el aumento de la resistencia. Además se puede afirmar que los testigos que no fueron revestidas con el polímero NexPray tuvieron una falla de menor nivel en la cual se rompió hasta en dos partes lo que por el contrario no fallo en los que sí tenían polímero. Este antecedente nacional aporta en presentar ensayos de testigos con revestimiento a través de un material de polímero el cual evita que falle con gran facilidad por lo que un revestimiento con materiales reciclados también podía funcionar siempre teniendo en cuenta la dosificación que se utilizara para que la trabajabilidad del concreto a través del ensayo de cono de Abraham sea favorable.

“El **concreto** es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia”.<sup>3</sup>

La reacción química del cemento y el agua reaccionan uniéndose con los agregados gruesos y finos, formando una mezcla heterogénea y compacta semejante a una roca. Opcionalmente se le adiciona sustancias llamadas aditivos, que mejoran las características del concreto tradicional.

En los componentes del concreto el **cemento portland** es un conglomerante o cemento hidráulico que tiene la propiedad de cohesión y adherencia, las cuales permiten unir partículas minerales, que se obtienen una resistencia y durabilidad apropiada, su principal característica es fraguar y endurecerse. Igualmente, el

---

<sup>3</sup> (ABANTO Castillo, 2017 pág. 11)

Clinker portland es un mineral artificial formado por ferroaluminatos de calcio, aluminios y silicatos, en la cual se indica cuatro compuestos primordiales del cemento que se observa en la tabla.<sup>4</sup>

**Tabla 2.** *Compuestos del cemento portland*

| Nombre del compuesto               | Composición del óxido                            | Abreviatura           |
|------------------------------------|--|-----------------------|
| Silicato <u>tricálcico</u>         | $3\text{CaOSiO}_2$                               | $\text{C}_3\text{S}$  |
| Silicato <u>dicálcico</u>          | $2\text{CaOSiO}_2$                               | $\text{C}_2\text{S}$  |
| Aluminio <u>tricálcico</u>         | $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$                      | $\text{C}_3\text{A}$  |
| Ferroaluminato <u>tetracálcico</u> | $3\text{CaOFe}_2\text{O}_3\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{C}_4\text{AF}$ |

Fuente: Sánchez, 2001, p.35

En los componentes del concreto los **agregados** es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial conocido también como áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cal, cemento, etc.) y el agua formando los morteros y concretos. La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% del peso de una mezcla típica de concreto, por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, escombros, materia orgánica y limos, que pueden debilitar el enlace con la pasta del cemento.<sup>5</sup>

El **agregado fino** también llamado arena gruesa o piedra triturada de dimensiones que pase por el tamiz 9.5mm y que se retenga en la malla N° 200 lo cual cumple con los límites especificados en la norma NTP 400.037.<sup>6</sup>

La granulometría del agregado triturado deberá cumplir con la graduación especificado en la norma NTP 400.037, en la cual está indicada en la tabla:

<sup>4</sup> (SANCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 27)

<sup>5</sup> (ABANTO CASTILLO, 2017 pág. 23)

<sup>6</sup> (ABANTO CASTILLO, 2017 pág. 23)

**Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino**

| Tamiz   |        | Porcentaje que pasa |
|---------|--------|---------------------|
| 9.5 mm  | 3. 8"  | 100                 |
| 4.75 mm | Nº 4   | 95 - 100            |
| 2.36 mm | Nº 8   | 80 - 100            |
| 1.18 mm | Nº 16  | 50 - 85             |
| 600 µm  | Nº 30  | 25 - 60             |
| 300 µm  | Nº 50  | 05 - 30             |
| 150 µm  | Nº 100 | 0 - 10              |

Fuente: NTP 400.037, 2014, P.8

El **agregado grueso** también conocido como desintegración mecánica o natural de las rocas al material retenido en el tamiz 4.75mm (Nº4) en cual cumple con los límites especificados en la norma NTP 400.037. El agregado grueso también tiene otros nombres como grava natural o triturada, piedra chancada, o agregado metálicos naturales o artificiales, etc.”<sup>7</sup>

La granulometría deberá cumplir con la graduación especificado del agregado grueso en la norma NTP 400.037, en la cual está indicada en la tabla:

**Tabla 4. Requisitos granulométricos del agregado grueso**

| hueso | tamaño máximo nominal             | 100 mm (3 1/4") | 90 mm (3 5/8") | 75 mm (3") | 63 mm (2 1/2") | 50 mm (2") | 37.5 mm (1 1/2") | 25.0 mm (1") | 19.0 mm (3/4") | 12.5 mm (1/2") | 9.0 mm (3/8") | 4.75 mm (Nº4) | 2.36 mm (Nº8) | 1.18 mm (Nº16) | 300 µm (Nº50) |       |
|-------|-----------------------------------|-----------------|----------------|------------|----------------|------------|------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------|
| 1     | 90 mm x 37.5 mm (3 1/4" x 1 1/2") | 100             | 90 x 100       | .....      | 25 x 60        | .....      | 0 x 15           | .....        | 0 x 5          | .....          | .....         | .....         | .....         | .....          | .....         |       |
| 2     | 63 mm x 37.5 mm (2 1/2" x 1 1/2") | .....           | .....          | 100        | 90 x 100       | 35 x 70    | 0 x 15           | .....        | 0 x 5          | .....          | .....         | .....         | .....         | .....          | .....         |       |
| 3     | 50 mm x 25.0 mm (2" x 1")         | .....           | .....          | .....      | 100            | 90 x 100   | 35 x 70          | 0 x 15       | .....          | 0 x 5          | .....         | .....         | .....         | .....          | .....         |       |
| 357   | 50 mm x 4.75 mm (2" x 1/8")       | .....           | .....          | .....      | 100            | 95 x 100   | .....            | 35 x 70      | .....          | 10 x 30        | .....         | 0 x 5         | .....         | .....          | .....         |       |
| 4     | 37.5 mm x 9.0 mm (1 1/2" x 3/8")  | .....           | .....          | .....      | .....          | 100        | 95 x 100         | 20 x 55      | 0 x 15         | .....          | 0 x 5         | .....         | .....         | .....          | .....         |       |
| 467   | 37.5 mm x 4.75 mm (1 1/2" x 1/8") | .....           | .....          | .....      | .....          | 100        | 95 x 100         | .....        | 35 x 70        | .....          | 10 x 30       | 0 x 5         | .....         | .....          | .....         |       |
| 5     | 25 mm x 12.5 mm (1" x 1/2")       | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | 100              | 90 x 100     | 20 x 55        | 0 x 10         | 0 x 5         | .....         | .....         | .....          | .....         |       |
| 56    | 25 mm x 9.5 mm (1" x 3/8")        | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | 100              | 90 x 100     | 40 x 85        | 10 x 40        | 0 x 15        | 0 x 5         | .....         | .....          | .....         |       |
| 57    | 25 mm x 4.75 mm (1" x 1/8")       | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | 100              | 95 x 100     | .....          | 25 x 60        | .....         | 0 x 10        | 0 x 5         | .....          | .....         |       |
| 6     | 19 mm x 9.5 mm (3/4" x 3/8")      | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | .....            | 100          | 90 x 100       | 20 x 55        | 0 x 15        | 0 x 5         | .....         | .....          | .....         |       |
| 67    | 19 mm x 4.75 mm (3/4" x 1/8")     | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | .....            | 100          | 90 x 100       | .....          | 20 x 55       | 0 x 10        | 0 x 5         | .....          | .....         |       |
| 7     | 12.5 mm x 4.75 mm (1/2" x 1/8")   | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | .....            | .....        | 100            | 90 x 100       | 40 x 70       | 0 x 15        | 0 x 5         | .....          | .....         |       |
| 8     | 9.5 mm x 2.50 mm (3/8" x Nº8)     | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | .....            | .....        | .....          | 100            | 85 x 100      | 10 x 30       | 0 x 10        | 0 x 5          | .....         |       |
| 89    | 9.5 mm x 1.18 mm (3/8" x Nº16)    | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | .....            | .....        | .....          | .....          | 100           | 90 x 100      | 20 x 55       | 5 x 30         | 0 x 10        | 0 x 5 |
| 9     | 4.75 mm x 1.18 mm (Nº4 x Nº16)    | .....           | .....          | .....      | .....          | .....      | .....            | .....        | .....          | .....          | .....         | 100           | 85 x 100      | 10 x 40        | 0 x 10        | 0 x 5 |

Fuente: NTP 400.037,2014 P.13

<sup>7</sup> (ABANTO CASTILLO, 2017 pág. 26)

En las propiedades físicas el **peso unitario** también se le denomina peso volumétrico del agregado, ya sea suelto o compactado, en la cual el peso alcanza su determinado volumen unitario expresado en  $\text{kg/m}^3$ . Para determinar el peso unitario es muy importante la granulometría que se va usar para la preparación del concreto y esto se efectúa de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C29.<sup>8</sup>

En las propiedades físicas el **peso específico** conocido como densidad de los agregados se puede definir como una relación de la masa de un volumen unitario del material y la masa del mismo volumen de agua. Para determinar el peso específico unitario se basa a lo indicado en la norma ASTM C 128 para determinar el peso específico del agregado fino y ASTM C127 para agregado grueso.<sup>9</sup>

En las propiedades físicas el **porcentaje de vacíos** es una propiedad física de los materiales en la cual el porcentaje de vacíos son los espacios no ocupados entre las partículas de agregados entre el volumen total del sólido del agregado o volumen bruto. Esta característica nos permite averiguar la cantidad de aire que existe o también la cantidad de agua que puede existir depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.<sup>10</sup>

En las propiedades físicas el **porcentaje de absorción** se entiende por absorción, el contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco o también se le puede decir absorción al volumen de agua necesario para traer un agregado de la condición de secado al aire, o semiseco, a la condición de saturado superficialmente seco. Para determinar el porcentaje de absorción del agregado está indicado de acuerdo a la norma ASTM C127.<sup>11</sup>

En las propiedades físicas la **granulometría** se define como granulometría a la medición, graduación y distribución que se llevó a cabo por tamaños de las partículas de agregado. Esto se logra separando el material utilizando tamices de

---

<sup>8</sup> (RIVVA LOPEZ, 2000 pág. 152)

<sup>9</sup> (RIVVA LOPEZ, 2000 pág. 153)

<sup>10</sup> (RIVVA LOPEZ, 2000 pág. 157)

<sup>11</sup> (RIVVA LOPEZ, 2000 pág. 158)

aberturas cuadradas determinadas. A esto se le denomina granulometría o análisis granulométrico a la presentación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños en la cual se pueden representar gráficamente empleando una escala logarítmica que se puede apreciar la distribución acumulada de los agregados. Para determinar el análisis granulométrico se efectuará de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM C136.<sup>12</sup>

El **agua** que se utiliza para el concreto es aquella que se usa para el consumo humano, debe estar limpia, libre de sustancias orgánicas y sin sales, ya que estas afectan al concreto tanto en el fraguado como en la resistencia. El agua es esencial para la elaboración del diseño de mezcla del concreto ya que ejerce la hidratación del cemento como en el desarrollo de sus propiedades. Así mismo el agua es fundamental para el concreto que debe cumplir requisitos estipulados en la norma NTP 339.088 y ASTM C 1603.<sup>13</sup>

En las **propiedades físicas y mecánicas del concreto** se analizarán en el estado fresco como en el estado endurecido, por ello en su estado fresco se podrá observar la apariencia del diseño de mezcla. Las propiedades mecánicas se analizarán en el estado endurecido del concreto, que se hará una prueba de resistencia a la compresión y a flexión.

La **trabajabilidad** es una propiedad del concreto la cual se determina por su facilidad de ser colocado y compactado sin segregación y exudación dañina alguna. Para medir la trabajabilidad se realiza el ensayo de asentamiento, en la cual el equipo a utilizar es un molde a base de lámina metálica en forma de tronco de cono, con diámetros de 20cm y 10cm con una altura de 30cm.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> (RIVVA LOPEZ, 2000 pág. 162)

<sup>13</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 4)

<sup>14</sup> (ABANTO CASTILLO, 2017 pág. 47)

**Tabla 5.** Clases de mezcla según su asentamiento

| Consistencia    | slump     | trabajabilidad  | Método de compactación |
|-----------------|-----------|-----------------|------------------------|
| <b>Seca</b>     | 0'' - 2'' | Poco trabajable | Vibración Normal       |
| <b>Plástica</b> | 3'' - 4'' | Trabajable      | Vibración Ligera       |
| <b>Fluida</b>   | > 5''     | Muy trabajable  | Chuseado               |

Fuente: Abanto, 1995, p.49

La **consistencia** es la que define el grado de humedad de la mezcla por el grado de fluidez, muchos le confunden con la trabajabilidad, pero no es sinónimo, comprendiendo que cuanto tiene mayor húmeda en la mezcla, mayor es la facilidad en su colocación.<sup>15</sup>

La **segregación** se define como la separación de los agregados del mortero del concreto, esto se produce por los diferentes tamaños de partículas, distribución granulometría, mal mezclado, transporte largo y exceso de vibración. Para evitar la segregación en la mezcla está estipulada en el código ACI -304 que recomienda hacer todo lo contrario previamente escrito.<sup>16</sup>

La **exudación** es un fenómeno que consiste en elevar una porción del agua amasado de una mezcla de hormigón a la superficie, mayormente ocurre durante la sedimentación de sólidos en la cual se produce por un mal cálculo de agua, mala dosificación, utilización de aditivos y temperatura. Por ende si hay una elevada temperatura mayor será la velocidad de exudación.<sup>17</sup>

La **dosificación** es la medición de las proporciones de los materiales en unidad de peso o volumen que van a hacer introducidos en la tolva de la mezcladora para una determinada medida de concreto.<sup>18</sup>

<sup>15</sup> (RIVVA LOPEZ, 2000 pág. 40)

<sup>16</sup> (SANCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 123)

<sup>17</sup> (ABANTO CASTILLO, 2017 pág. 54)

<sup>18</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 9)

El **contenido de aire** es el Volumen neto o porcentaje total de burbuja de aire en la pasta de cemento, mortero y concreto, el aire atrapado aumenta la durabilidad del concreto en estado de fraguado y a la vez la trabajabilidad del concreto no endurecido.<sup>19</sup>

El **tamaño máximo nominal** se usa para la descripción de los agregados, en la cual corresponde al menor tamiz que debe pasar la mayor parte de la muestra del agregado.<sup>20</sup>

La **resistencia a la compresión** según la Norma ASTM C39 (2014, p.4), es la característica más importante del concreto en término de esfuerzo, principalmente en Kg/cm<sup>2</sup>. Para hacer la evaluación a la resistencia es hacer ensayos mecánicos a la compresión que consiste en aplicar el máximo esfuerzo a compresión axial a las probetas, hasta momento que falle; este ensayo está sujeta de acuerdo a la norma ASTM C 39, en la cual para calcular la fuerza axial se calcula dividiendo la carga máxima y el área calculada de la sección transversal.<sup>21</sup>

La **resistencia a la flexión** según la Norma ASTM C78 (2002, p.2), para evaluar la resistencia a la flexión del concreto simple es hacer ensayos de vigas que están sometidas tanto a compresión como a tensión que se le aplica una carga al medio o a un tercio de la viga simplemente apoyada, se calculan como el módulo de rotura donde se determina el mayor esfuerzo a flexión de la viga.<sup>22</sup>

El **curado** es el tiempo o periodo adecuado manteniendo en contenido de húmeda y temperatura de tal manera que se pueda desarrollar las características principales del concreto y alcanzar la resistencia esperada.<sup>23</sup>

---

<sup>19</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 8)

<sup>20</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 15)

<sup>21</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 11)

<sup>22</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 22)

<sup>23</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 9)



El **asentamiento** es la contracción vertical de la mezcla fresca antes de ser fraguado, y es producto del sangrado que se refleja en la superficie producido por vacíos de aire.<sup>24</sup>

“El **diseño de mezcla** se define como el proceso de seleccionar los componentes adecuados del concreto y determinar sus cantidades relativas”.<sup>25</sup>

El diseño de mezcla permite calcular la relación de proporción adecuada de todos los materiales que conforma el concreto tomando en cuenta en que estructura de va aplicar, con el fin de lograr buenos y mejores resultados.

Hay distintos métodos para determinar el diseño de mezcla, las más utilizadas son el método ACI y el módulo de fineza.

Las **tapas de corona** es una tapa metálica de hoja lata estaño o cromada, en forma de disco con falda corrugada, para envases de vidrio con corona de cierre.<sup>26</sup>



*Figura 3. Tapas de corona de diferentes bebidas de gaseosa y de cervezas*

La **hojalata** es un material que está compuesta por una delgada capa de acero, carbono y recubierta por ambas caras con estaño, ya que el acero proporciona resistencia, dureza mientras el estaño asegura la inocuidad frente a elementos que están en contacto.<sup>27</sup>

<sup>24</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2006 pág. 5)

<sup>25</sup> (DE LA CRUZ QUISPE, 2014 pág. 41)

<sup>26</sup> (YAGUE MOLI, 2007 pág. 6)

<sup>27</sup> (CULCASIA DINO, 2010 págs. 20-21)

Según CERVECERA (2003, p.155) las **características de la hojalata** que conforma las tapas de corona que estas hechas de la hoja lata son las siguientes: En la **Cobertura** que se refiere a la medida de la cantidad de estaño en la tapa de corona que se expresa en (gr/m<sup>2</sup>). otro recubrimiento para el acero es de chapa cromada con una cobertura de 2.8gr/m<sup>2</sup> También el **Temple** que se basa en un conjunto de características mecánicas del material, tales como la facilidad de ser trabajable sin deformarse, ni romperse, etc. además se evalúa a través de la dureza del material para envases de 55-60°Rockwell y el **Espesor** que varían de 0.20-0.36 mm (ligereza, versátil, compatible con el medio ambiente, fácil de reciclar, alta resistencia mecánica y capacidad de deformación).<sup>28</sup>

**Tabla 6.** *Propiedades Físicas y Mecánicas del concreto*

| Propiedades físicas                 |             | Propiedades mecánicas                            |         |
|-------------------------------------|-------------|--|---------|
|                                     |             | Alargamiento (%)                                 | <50     |
| <b>Densidad (g/cm<sup>-3</sup>)</b> | <b>8.92</b> | Dureza de <u>vickers</u> (kgf/mm <sup>-2</sup> ) | 40-120  |
| <b>Punto de función (c)</b>         | <b>1083</b> | Módulo de elasticidad (GPa)                      | 117     |
|                                     |             | Resistencia a la tracción (MPa)                  | 200-400 |

Fuente: ACI

### **Aplicaciones de la hojalata**

En las aplicaciones de la hojalata su uso cuenta con amplias aplicaciones desde el proceso de fabricación de industrias, construcción y electrodomésticas, debido a que combina la resistencia mecánica y la conformación del acero con la resistencia a la corrosión del estaño. Principalmente son utilizados las tapas de corona (chapas de cerveza y bebidas de gaseosa), conservas, aceites lubricantes, pomadas y pintura de primera calidad.

<sup>28</sup> (CERVECERA PUNES, 2003 pág. 155)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Para definir el diseño de investigación, Gómez sostiene al respecto:

En conclusión, el diseño de la investigación es un planeamiento en el que se trazan una serie de tareas bien estructuradas, consecutivas y organizadas, para estar metidos de forma aceptable en el problema de investigación; por lo tanto en el diseño, se indicarán los pasos, técnicas, para la recolección de datos. El diseño de la investigación es la mejor maniobra que puede realizar el investigador.<sup>29</sup>

El diseño de investigación de la presente tesis es experimental ya que hay una manipulación de las variables (variable independiente con variable dependiente) esto sucederá mediante los ensayos del laboratorio de probetas de concreto y con el sustento de la norma E-0.60 de concreto armado así mismo como las normativas del ACI.

“A la investigación aplicada se le denomina también activa o dinámica, y se encuentra íntimamente ligada a la anterior, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad”<sup>30</sup>

**Aplicada:** Porque se hará uso de bases teórico y práctico, para dar solución a la sociedad, esto se resalta en las teorías presentadas en el primer capítulo que indica las fórmulas, teorías o propiedades de análisis y descripción de las variables, dimensiones, indicadores, etc.

Para definir el nivel de investigación, Hernández sostiene al respecto:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se

---

<sup>29</sup> (BASTAR, 2012 pág. 40)

<sup>30</sup> (TAMAYO TAMAYO , 2003 pág. 43)

centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.<sup>31</sup>

**Explicativo:** Porque se va a interpretar cada resultado obtenido de laboratorio, se describirán cada gráfico estadístico presentado así mismo se constatará las hipótesis general y específicos.

“Con frecuencia los investigadores obtienen datos cuantitativos para expresar numéricamente el resultado de la medición de sus variables y mediante procedimientos estadísticos describir fenómenos o evaluar la magnitud y confiabilidad de las relaciones entre ellos”.<sup>32</sup>

**Cuantitativo:** porque la prueba de hipótesis se basa en mediciones numéricas y análisis estadístico así mismo las fichas técnicas que se presentarán tienen como objetivo dar resultados numéricos o porcentuales, además con ello se logrará fundamentar la contratación de hipótesis.

### 3.2. Variables, Operacionalización

Para definir las **variables** de la investigación, Monje sostiene al respecto:

La variable es una característica o propiedad de la realidad que puede variar entre individuos o conjuntos. Cualquier aspecto o propiedad de la realidad que sea susceptible de asumir valores, esto es, de variar de una unidad de observación a otra, de un tiempo a otro, en una misma unidad de observación.<sup>33</sup>

Para el estudio del proyecto de investigación se ha tomado en consideración dos variables, en las cuales deben guardar entre ellas una causa y efecto respectivamente (manipulación de variables), y por finalidad tienen es de responder el problema principal.

---

<sup>31</sup> (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014 pág. 95)

<sup>32</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 133)

<sup>33</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 84)

“Las supuestas causas, es la característica que se supone la causa del fenómeno estudiado. Cuando es manipulada por el investigador también se llama variable experimental, es esta variable la que se debe manipular tanto sus dimensiones como sus indicadores” <sup>34</sup>

Tapas de corona recicladas esta varia es la variable independiente ya que si se manipula esta variable va a causar efecto en la otra, por lo que a su vez la dosificación presentada en sus indicadores generarán los cambios en el laboratorio. “El efecto es la reacción de la causa (causas y cambios esperados) de la variable dependiente, el resultado depende de la manipulación de la variable independiente o de la manipulación de los indicadores o dimensiones de él mismo” <sup>35</sup>

La variable dependiente en esta investigación es el comportamiento estructural en pórticos ya que esta es la variable que depende de la otra y es afectada por su dimensión que a su vez es afectada por sus indicadores (efecto de la variable independiente), por ello el cambio que se haga a la independiente esta también tendrá cambios significativos.

“Para **operativizar** variables, se requiere precisar su valor, traduciéndolas a conceptos susceptibles de medir, por tanto, conviene considerar su definición normal, real, operativa: lo que significa el término, la realidad y la práctica” <sup>36</sup>

Nos explica cómo se medirá las variables planteadas en la hipótesis, por lo cual en otros casos se tendrá que descomponer en indicadores capaces de poder medirlos.<sup>37</sup>

Para medir los indicadores se realizará mediante ensayos especificados en la norma ASTM C39, ver en la siguiente tabla 10.

---

<sup>34</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 85)

<sup>35</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 85)

<sup>36</sup> (BERAR RIVERO, 2008 pág. 53)

<sup>37</sup> (BORGA MUJA, 2012 pág. 24)

“El **indicador** es un referente empírico directo, observable y medible que simboliza y sustituye a un concepto o variable no observable o medible directamente”<sup>38</sup>

Los indicadores que aparecen en los problemas, objetivos y específicos son los que van a tener efecto de la variable independiente y por ello a través de los resultados de laboratorio determinar el incremento favorable o no desfavorable en las propiedades mecánicas del concreto en pórticos.

La **escala de medición** es nominal, implica asignar números u otros símbolos para clasificar objetos o resultados a partir de la técnica de observación. Esto se resalta en base a los resultados de números obtenidos de laboratorio, esto se justifica con los datos que contiene solamente números de ocurrencias en cada clase o categoría de la variable sujeto de estudio por lo tanto los números con signos  $f'c$  210,  $E=2000000$  – Módulo de elasticidad, están asociados y relacionado de significancia cuantitativa. A la vez estos resultados se pueden medir en escala de 0 a 100 o de 0 a 1.

---

<sup>38</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 88)

### 3.3 Población y muestra

[...] una población es un grupo de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. [...] <sup>39</sup> Las poblaciones deben situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo.

La **población** tomada en la investigación estará constituida por el total de testigos de concreto a ensayar tanto las probetas del ensayo a compresión como al ensayo a flexión, ya que se realizará el estudio experimental al concreto con la finalidad de obtener una mezcla con un mejor comportamiento a la compresión.

Para definir la **muestra** de la investigación, Hernández sostiene al respecto:

En cuanto a la muestra no probabilística (llamada también muestra dirigida), se menciona que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra. Por lo tanto, el procedimiento a seguir no es mecánico, ni se basa en fórmulas de probabilidad, ya que depende del proceso de toma de decisiones de un habitante o de un conjunto de habitantes. Una ventaja de este tipo de muestra, se refleja en la utilidad para un determinado diseño de estudio que más que requerir una representatividad de los elementos de una población, se enfoca más en una cuidadosa y controlada selección de sujetos con ciertas características especificadas previamente.<sup>40</sup>

Se eligió una muestra representativa de acuerdo a la definición de la norma ACI con relación a la resistencia a la compresión, en la cual todos los ensayos de resistencia es el promedio de dos especímenes de 15cm de diámetro y 30 cm de altura, ensayadas durante los 28 días.

La resistencia de concreto es el promedio de probetas cilíndricas fabricado de una misma muestra y ensayadas a los 28 días de edad.

---

<sup>39</sup> (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 pág. 174)

<sup>40</sup> (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014 pág. 190)

“En este tipo de **muestreo**, se divide a la población en diferentes grupos, con el único fin de darle representatividad a los diversos grupos que son parte de la población en cuestión”<sup>41</sup>

Aquí se presentará una miscelánea de las probetas que se elaborarán, tanto en compresión y flexión como también la cantidad por tiempo de rotura que se está considerando para el promedio y la elaboración de la curva Hook.

**Tabla 7.** *Cantidades en peso de los materiales para la elaboración de las probetas con muestras de tapas metálicas*

| <b>% de adición de tapas de corona</b> | <b>N° de probetas</b> |         |         |       |
|--|-----------------------|---------|---------|-------|
|  | 7 días                | 14 días | 28 días | total |
| <b>0%</b>                              | 2                     | 2       | 2       | 6     |
| <b>10%</b>                             | 2                     | 2       | 2       | 6     |
| <b>20%</b>                             | 2                     | 2       | 2       | 6     |
| <b>30%</b>                             | 2                     | 2       | 2       | 6     |

Fuente: Elaboración propia.

A partir de estos dos conceptos decidimos tomar una muestra de 24 especímenes de concreto, ya que estas se ensayarán a la resistencia, en la cual se utilizó:

6 probetas de concreto convencional.

6 probetas de concreto sustituyendo el agregado grueso por tapas de corona (perforado y lijado) por el 10% del peso total del concreto.

6 probetas de concreto sustituyendo el agregado grueso por tapas de corona (perforado y lijado) por el 20% del peso total del concreto.

6 probetas de concreto sustituyendo el agregado grueso por tapas de corona (perforado y lijado) por el 30% del peso total del concreto.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para el logro de cada uno de los objetivos específicos se procederá a emplear las siguientes técnicas y herramientas.

<sup>41</sup> (GOMEZ BASTAR, 2012 pág. 34)



Esta **técnica** nos permite conocer además “Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico”<sup>42</sup>

De manera directa el objeto de estudio para después describir e interpretar las situaciones de estudio.<sup>43</sup>

La técnica que se realizara en la investigación será la siguiente:

**Observación directa:** porque se sacará la información de acuerdo a los ensayos elaborados en laboratorio, y se observará hasta el punto de colisión de las probetas tanto a ensayarlos a compresión y el punto en que la probeta se deforme y presente curvatura en el ensayo a flexión, y finalmente observar si el ensayo de trabajabilidad cumple con los estándares en su proceso constructivo y mantiene la altura requerida por la normativa, la observación se realizará a través de las fichas técnicas.

Los **instrumentos** que se desarrollaran en la investigación será la siguiente:

Ficha de recolección de datos: comprenden todos los formatos (protocolos) de los ensayos que se utilizara en el laboratorio de acuerdo a las normas estandarizadas de ASTM C39 para la resistencia a la compresión y ASTM C-143 trabajabilidad. Así mismo para el diseño de mezcla se utilizó el método de módulo de fineza.

Laboratorio de ensayos de materiales calibrados y certificados actuales sustentados en los anexos de la presente investigación.

Registro de figuras para la recolección de datos del proceso constructivo y esto a su vez sean el sustento y pruebas del estudio que se está realizando.

La **Validez** “Hace mención al grado de validez que posea el instrumento, la calibración de ellos, y del lugar en el que se está desarrollando los ensayos, y que estén a cargos de laboratorios certificados para nuestra conformidad”.<sup>44</sup>

---

<sup>42</sup> (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014 pág. 198)

<sup>43</sup> (BERNAL PATROSQUI, 2011 pág. 257)

<sup>44</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 165)

La validez y la confiabilidad del instrumento de la investigación es la recolección de datos en la cual se tomará nota de toda la información que se realizado en laboratorio de ensayos de materiales (UNFV) y es validado por normas estandarizadas ASTM (resistencia a la compresión) y método módulo de fineza de combinación de agregados (diseño de mezclas).

La **Confiabilidad** “Hace mención a la capacidad de los instrumentos para medir datos que correspondan a los ensayos reales y que se busca conocer, si hay mayor confiabilidad en los equipos que se utiliza menor es el error en los resultados de la tesis”<sup>45</sup>

Según Bernal Torres 2006 pag 214 nos dice que la confiabilidad de un instrumento depende del laboratorio que se va utilizar.

En este proyecto se realizara laboratorios con certificado de calibración.

### **3.5. Procedimientos**

Son las observaciones y correcciones de las cartillas previa evaluación por expertos en la materia. El nivel donde un instrumento conlleva a resultados consistentes y coherentes.

Los ensayos que se elaborara en el laboratorio; previamente serán verificados si los equipos están debidamente calibradas por efectos de la confiabilidad de los resultados.

### **3.6. Métodos de análisis de Datos**

Emplearemos las sucesivas inventivas: las fichas técnicas que se obtendrán de los resultados de los ensayos.

“Una vez que los datos han sido codificados y transferidos a una matriz, así como guardados en un archivo, el investigador puede proceder a analizarlos”<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 165)

<sup>46</sup> (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014 pág. 349)

“Definir las características y contenido del plan para la tabulación y análisis de la información”<sup>47</sup>

Primera Etapa: tomar muestras de los agregados finos y gruesos de la cantera para luego transportarlos al laboratorio para los respectivos ensayos.

Segunda etapa: ensayos de los agregados en ella se determinará sus propiedades físicas y mecánicas, de esta manera obtener los datos necesarios para el diseño de mezcla, las cuales se realizará granulometría.

### **3.7. Aspectos éticos**

En este trabajo se notará la ética de lo profesional que se obtiene dentro de la escuela de ingeniería civil; teniendo en cuenta la veracidad de resultados, religiosas y sociales, respeto por el medio ambiente y la biodiversidad, responsabilidad política, jurídica, ética y la protección de identidad de los que participan en el estudio.

---

<sup>47</sup> (MONJE ÁLVAREZ, 2012 pág. 172)



## Ubicación del proyecto de estudio la provincia y departamento de lima

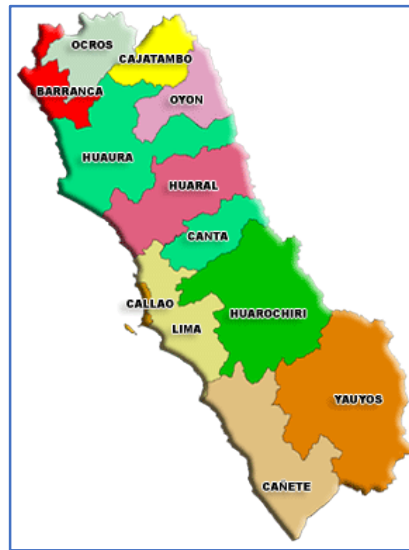


Figura 5. Provincia de Lima, Departamento de Lima

Se propuso el estudio en el departamento de Lima, posteriormente la provincia de Lima ya que es el punto más habitado del Perú y con el índice mayor de construcciones de material noble, en el cual se utiliza el concreto armado según el último censo realizado por el gobierno nacional en el año 2017.

## Ubicación del proyecto en el distrito de San Juan de Lurigancho



Figura 6. Distrito de San Martín de Porres

Coordenadas del lugar de estudio del informe de investigación:

Norte: 72°05'29.33"

Este: 72°58'25.30"

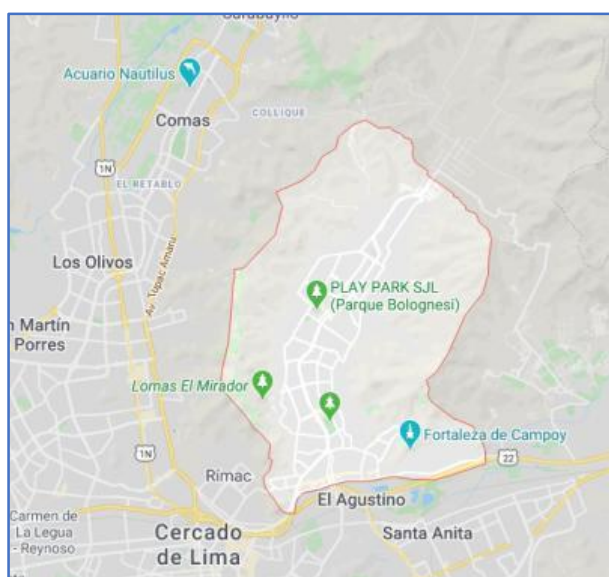
Oeste: 77°00'31.90"

Sur: 12°00'08.86"

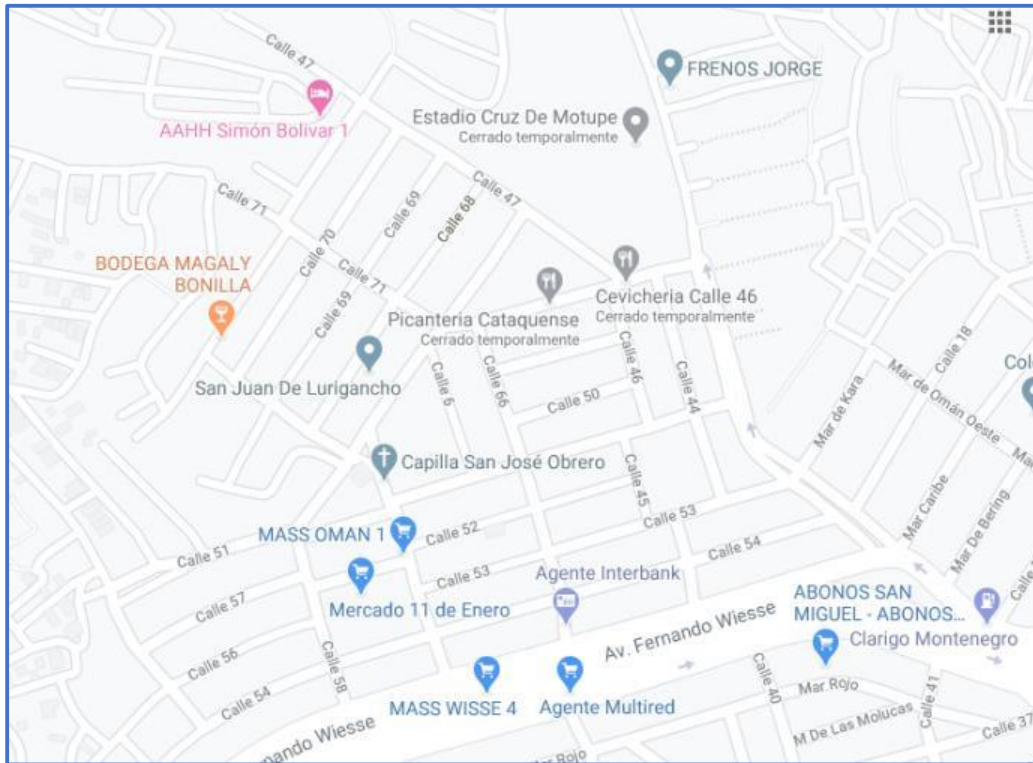
El lugar de evaluación se tomó en cuenta debido a la problemática de pobreza por la elaboración de un concreto resistente ante un posible sismo destacando que el distrito según la Norma E-0.30 de sismo resistencia se encuentra en una zona de alto peligro denominado zona N°4, por el cual se presenta un aditivo reciclado de tapas metálicas que pueda aumentar la resistencia del concreto y desarrollar una mayor estabilidad, estas edificaciones en este asentamiento humado son de entre 3 a 4 pisos viviendas multifamiliares, ya que en una vivienda aproximadamente vive un grupo de 20 integrantes de familia según el último censo del 2017.

### **Ubicación geográfica**

Geográficamente la zona de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM 16L 725963.16m E, 924596.16m S, presentando una altitud de 205 metros promedio sobre el nivel de mar como se muestra en la siguiente figura.



*Figura 7. Ubicación en Google Maps*



*Figura 8. Vías de Acceso en google maps*

### **Vías de acceso**

El ingreso a la zona de proyecto es por la Av. Fernando Wiesse ya que se encuentra a la altura del paradero “Montenegro” donde un 70 % de todos los asentamientos humanos han ejecutado construcciones de albañilería empíricamente en zona de alto riesgo por eso se plantea una técnica eficaz de refuerzo en el concreto de las columnas, vigas peraltadas, chatas y zapatas para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

La distancia promedio al paradero más cercano del tren eléctrico en automóvil es de 10 minutos, aproximadamente a 6.2 kilómetros y del parque Wiracocha en automóvil a 40 minutos (extensión de 12 km).

### **Clima**

El clima, por las zonas de incidencia que se encuentra entre 180 a 220 m.s.n.m presenta un clima cálido, frío, húmedo y lluvioso en temporadas de invierno, con temperaturas que fluctúan entre los 17°C a 30°C, presentando variaciones estacionales típicas de la zona.

### **Localidad para compra de materiales**

La compra de los materiales se hará directamente en la ferretería más cercana al distrito de los Olivos, por encontrarse más cerca al lugar de estudio y además cerca al laboratorio donde se elaboraron las muestras de probetas y briquetas para posteriormente realizar el ensayo a compresión axial y flexión.

### **Trabajo de campo**



*Figura 9. Tapas metálicas tipo corona con agujero en el centro*

En esta imagen se puede apreciar un agujero en la parte central que se realizó con un taladro eléctrico en todas las dosificaciones de tapas metálicas con el fin de que al mezclarse con los otros agregados estos se adhieran con mayor facilidad a las tapas metálicas una mezcla uniforme al ensayarse.



*Figura 10. Agregado grueso*

Se aprecian los agregados para el posterior análisis, la piedra chancada de  $\frac{1}{2}$  pulgada que se observa es de la cantera de Trapiche, se destaca la cantera por la calidad del material recomendada por el laboratorio INGEOCONTROL.





*Figura 11. Introducción de agregados al horno*

Se aprecia la introducción del material grueso en el fino para el secado de las partículas para luego realizar los ensayos respectivos del diseño de mezcla patrón y el diseño de mezcla de las dosificaciones de 10, 20 y 30% de material adherente.



*Figura 12. Elaboración del Diseño de Mezcla*

Se aprecia la elaboración de la mezcla patrón y respectivamente las otras tres que serían con un 10%, 20% y 30% de reemplazo del agregado grueso. La proporción en volumen de obra patrón es 1 bolsa cemento portland Tipo I, agregado fino 2.6, agregado grueso 2.4 y agua 18.7 litros; con el aditivo reciclado la dosificación de volumen obra sería 1 bolsa de cemento agregado fino 2.6, agua 18.5 litros y el agregado grueso tendría 3 valores 1.9, 1.4, 0.9 y las chapas metálicas recicladas tendrían un porcentaje del agregado grueso con 0.5, 0.9 y 1.4 respectivamente a los porcentajes ya mencionados.



Figura 13. Ensayo de consistencia del concreto - Slump

Se llenó el cono de Abrams en tres capas, primero a 1/3 del total, segundo a 2/3 del volumen y compactar el concreto con una barra de acero de 16 mm de diámetro terminada en una punta cónica rematada por un casquete esférico. La compactación se hace con 25 golpes de la varilla y repartiéndoles uniformemente en toda la superficie.



| Consistencia del Hormigón | Aspecto               | Asentamiento [cm] | Método de Compactación                                  |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|---|
| A-1 Seca                  | Suelto y sin cohesión | 1,0 a 4,5         | Vibración potente, apisonado enérgico en capas delgadas |
| A-2 Plástica              | Levemente cohesivo    | 5,0 a 9,5         | Vibración normal, varillado y apisonado.                |
| A-3 Blando                | Levemente fluido      | 10,0 a 15,0       | Vibración leve, varillado.                              |
| A-4 Superfluidificado     | Fluido                | 15,5 a 22,0       | Muy leve y cuidadosa vibración, varillado               |

Figura 14. Ensayo de Calidad – SLUMB – Parámetros de la Norma

Medida del asentamiento: A continuación se coloca el Cono de Abrams al lado del formado por el hormigón y se mide la diferencia de altura entre ambos. Si la superficie del cono de hormigón no queda horizontal, debe medirse en un punto medio de la altura y nunca en el más bajo o en el más alto.



*Figura 15. Elaboración de probetas de concreto*

Los moldes deben ser muy resistentes como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tener la forma de un cilindro, además debe usarse un martillo con cabeza de goma con un peso aproximado de 600 gramos, para golpear el molde suavemente y liberar las burbujas de aire.



*Figura 16. Chuseado con barra de acero liso en la mezcla de concreto*

Para la compactación y moldeado se requiere de una barra de acero liso y circular, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de longitud; uno de sus extremos debe ser redondeado. Para darle un buen acabado a la superficie del concreto en el molde, se usa una plancha.



*Figura 17. Elaboración de vigas de concreto*

Los moldes de vigas deben ser muy resistentes (material de acero) como para soportar las condiciones del trabajo de moldeado y tener la forma de una viga, además debe usarse un martillo con cabeza de goma con un peso aproximado de 600 gramos, para golpear el molde suavemente para que no quede el aire atrapado y este produzca cangrejas.



*Figura 18. Diseño de mezclas de concreto con tapas recicladas*

Un recipiente metálico grueso de tamaño apropiado o una carretilla limpia de superficie no absorbente y con capacidad suficiente para la toma, traslado y remezclado de la muestra completa y también como en las probetas se elaboró una mezcla de concreto normal de  $F''c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y otras 3 adicionales con un porcentaje de tapas recicladas en el reemplazo de la cantidad del agregado grueso (piedra chancada).



*Figura 19. Fraguado de las probetas de concreto*

Se aprecia las probetas elaboradas en el laboratorio para el posterior ensayo de compresión para obtener quien tiene la mayor resistencia y con ello obtener su módulo de elasticidad máxima y si este supera a la muestra patrón de diseño de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.



*Figura 20. Curado de las probetas de concreto*

Se aprecia la colocación de las probetas en la piscina para su posterior secado en 3 tiempos diferentes, en 7 días, en 14 días, y 28 días con cada porcentaje asignado de tapas metálicas recicladas.





*Figura 21. Rotura de probetas a 7 días de fraguado el concreto*

Se aprecia el ensayo de compresión a 7 días de las probetas con el material adherente de las chapas metálicas recicladas obteniendo en el mayor de todos con el porcentaje de 20 % un  $f'c = 202 \text{ kg /Cm}^2$ , siendo este el porcentaje intermedio de las 3 dosificaciones empleadas.



*Figura 22. Rotura de probetas a 14 días del fraguado del concreto*

Se aprecia el ensayo de compresión a 14 días de las probetas con el material adherente de las chapas metálicas obteniendo en el mayor de todos con el porcentaje de 20 % un  $f'c = 205 \text{ kg /Cm}^2$ , siendo este el porcentaje intermedio de las 3 dosificaciones empleadas.



*Figura 23. Rotura de probetas a 28 días de fraguado del concreto*

Se aprecia el ensayo de compresión a 28 días de las probetas con el material adherente de las chapas metálicas obteniendo en el mayor de todos con el porcentaje de 20 % un  $f'c = 260 \text{ kg /Cm}^2$ , siendo este el porcentaje intermedio de las 3 dosificaciones empleadas.



*Figura 24. Rotura a 14 y 28 días de vigas de concreto*

Se aprecia el ensayo de flexión de 14 a 28 días de las briquetas con el material adherente de las chapas metálicas obteniendo en el mayor de todos con el porcentaje de 20 % un  $f'c = 48.5 \text{ kg /Cm}^2$ , siendo este el porcentaje intermedio de las 3 dosificaciones empleadas.

**Tabla 8. Cuadro de rotura de probetas a 7 días**

| IDENTIFICACIÓN                                       | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | ESFUERZO   | % F'c |
|--|------------------|-----------------|--------|----------------------------|------------|-------|
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.99                       | 164 kg/cm2 | 78.3  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.99                       | 157 kg/cm2 | 74.8  |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.99                       | 169 kg/cm2 | 80.6  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.99                       | 174 kg/cm2 | 83.1  |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.99                       | 202 kg/cm2 | 96.2  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.98                       | 192 kg/cm2 | 91.6  |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.97                       | 181 kg/cm2 | 86.2  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.98                       | 187 kg/cm2 | 89.1  |

Fuente: Elaboración propia

Las probetas que se rompieron a 7 días calendario se obtuvieron diferentes resistencia a compresión, los resultados menos favorables son de las muestras patrón y de las probetas con adherencia de tapas metálicas tipo corona circular con la menor dosificación, destacando que la dosificación intermedia de 20 % fue más favorable, cabe resaltar la mayor con 30% tuvieron resultados similares.

**Tabla 9. Cuadro de rotura de probetas a 14 días**

| IDENTIFICACIÓN                                       | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | ESFUERZO   | % F'c |
|--|------------------|-----------------|---------|----------------------------|------------|-------|
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.99                       | 186 kg/cm2 | 88.4  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 2.00                       | 185 kg/cm2 | 88.0  |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.98                       | 185 kg/cm2 | 88.2  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.99                       | 189 kg/cm2 | 90.1  |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.99                       | 201 kg/cm2 | 95.6  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.98                       | 205 kg/cm2 | 97.5  |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.97                       | 199 kg/cm2 | 94.8  |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 1.98                       | 199 kg/cm2 | 94.9  |

En el cuadro de resultados de probetas que se rompieron a 14 días calendario se obtuvieron diferente resistencia a compresión, los resultados menos favorables son



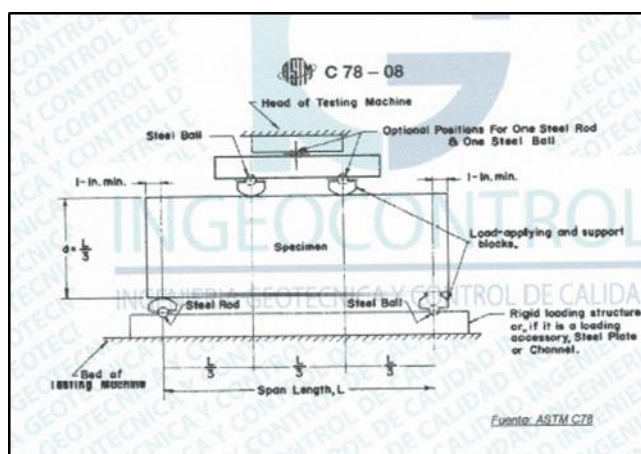
de las muestras patrón y de las probetas con adherencia de tapas metálicas tipo corona circular con la menor dosificación.

**Tabla 10. Cuadro de rotura de probetas a 28 días**

| IDENTIFICACIÓN                                       | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | ESFUERZO   | % F'c |
|--|------------------|-----------------|---------|----------------------------|------------|-------|
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.98                       | 235 kg/cm2 | 112.1 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.99                       | 240 kg/cm2 | 114.4 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.98                       | 248 kg/cm2 | 118.0 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.98                       | 244 kg/cm2 | 116.1 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.98                       | 260 kg/cm2 | 124.0 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.98                       | 258 kg/cm2 | 123.0 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.99                       | 260 kg/cm2 | 123.8 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 1.99                       | 259 kg/cm2 | 123.2 |

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de resultados de probetas que se rompieron a 28 días calendario se obtuvieron diferentes resistencia a compresión, los resultados menos favorables son de las muestras patrón y de las probetas con adherencia de tapas metálicas tipo corona circular con la menor dosificación, destacando que la dosificación intermedia de 20% y la mayor con 30% tuvieron resultados similares, por lo que es más favorable los resultados con dosificación de 20%.



**Figura 25. Descripción de la colocación de viga de concreto a flexión**

En esta imagen se aprecia la forma del ensayo a flexión que se le aplica a las briquetas para obtener la resistencia máxima en el ensayo, se aplicó tanto a las probetas de diseño mezcla patrón como a las que se elaboraron con dosificación diferente de material adherente de tapas metálicas.

**Tabla 11. Cuadro de rotura de vigas de concreto a 14 días**

| IDENTIFICACIÓN                                    | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA |
|---|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|------------------|
| VIGA N° 01<br>DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 28.0 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 29.4 kg/cm2      |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 33.2 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 32.6 kg/cm2      |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 46.0      | 35.6 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 47.0      | 36.9 kg/cm2      |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 48.0      | 38.9 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 49.0      | 39.2 kg/cm2      |

Fuente: Elaboración Propia

En esta imagen se puede apreciar el módulo de rotura de la biqueta, de las cuales el que es mayor es de la dosificación intermedia, incluso siendo mayor al diseño de mezcla patrón en un periodo de secado de 14 días.

**Tabla 12. Cuadro de roturas de vigas de concreto a 28 días**

| IDENTIFICACIÓN                                    | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA |
|---|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|------------------|
| VIGA N° 01<br>DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 42.5 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2      | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 45.8 kg/cm2      |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 47.3 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 10 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 50.1 kg/cm2      |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 46.0      | 53.9 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 20 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 47.0      | 52.3 kg/cm2      |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 48.0      | 57.1 kg/cm2      |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 30 % CHAPAS f'c = 210 kg/cm2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 49.0      | 55.8 kg/cm2      |

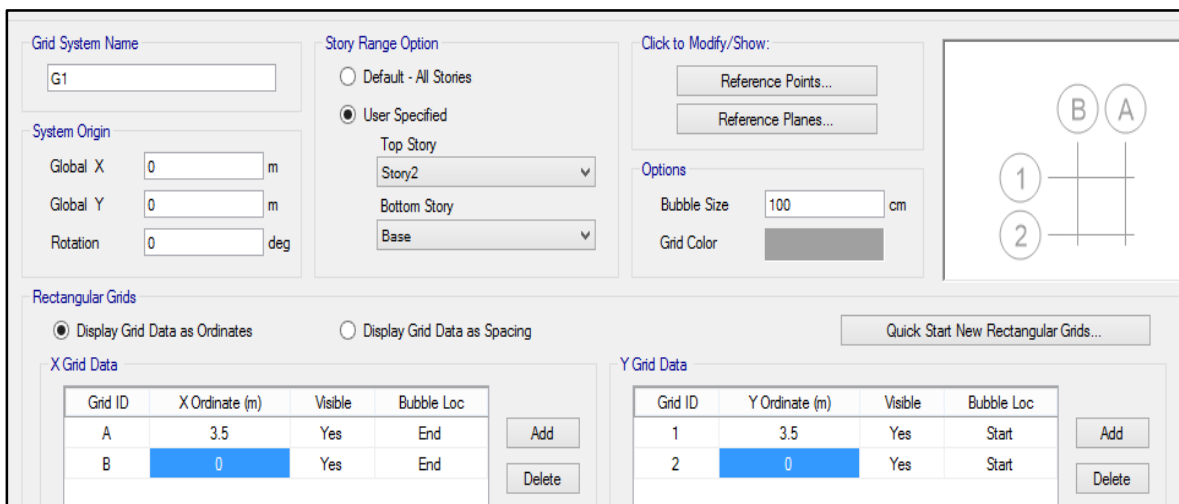
Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se puede apreciar el módulo de rotura de la briqueta, de las cuales el que es mayor es de la dosificación más elevada de tapas metálicas tipo circular, incluso siendo mayor al diseño de mezcla patrón en un periodo de secado de 28 días.

## Modelamiento en Etabs

### Modelamiento en Etabs de pórticos de concreto armado

El muro a modelar será de material de concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en lo cual se procederá a elaborar los ejes mediante la cuadrícula de espaciamiento para el sistema de coordenadas globales.



Grid System Name: G1

System Origin: Global X: 0 m, Global Y: 0 m, Rotation: 0 deg

Story Range Option:  User Specified  
 Top Story: Story2  
 Bottom Story: Base

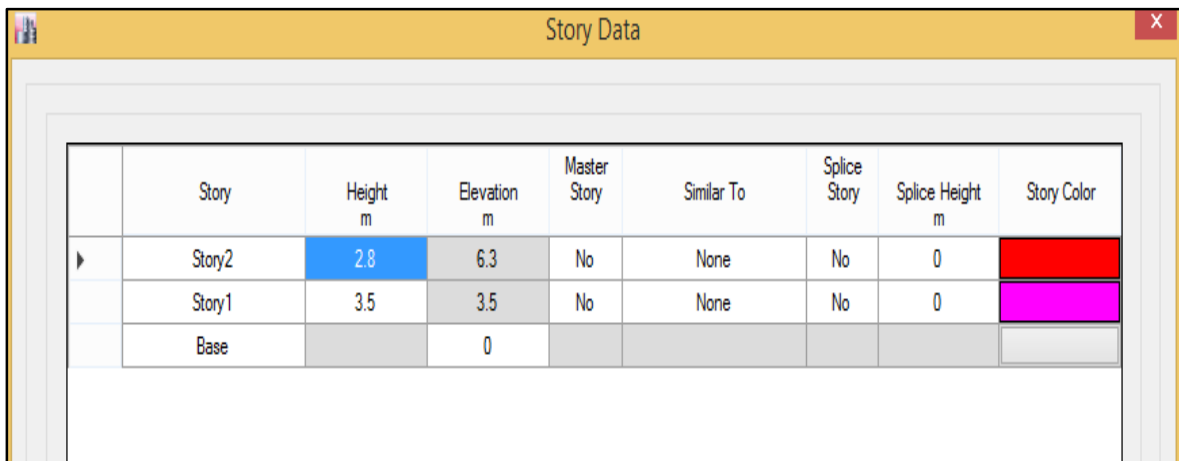
Options: Bubble Size: 100 cm, Grid Color: [Swatch]

Rectangular Grids:  Display Grid Data as Ordinates,  Display Grid Data as Spacing

| Grid ID | X Ordinate (m) | Visible | Bubble Loc |
|---------|----------------|---------|------------|
| A       | 3.5            | Yes     | End        |
| B       | 0              | Yes     | End        |

| Grid ID | Y Ordinate (m) | Visible | Bubble Loc |
|---------|----------------|---------|------------|
| 1       | 3.5            | Yes     | Start      |
| 2       | 0              | Yes     | Start      |

Figura 26. Ingreso de valores en los ejes "X" y "Y"



| Story  | Height (m) | Elevation (m) | Master Story | Similar To | Splice Story | Splice Height (m) | Story Color |
|--------|------------|---------------|--------------|------------|--------------|-------------------|-------------|
| Story2 | 2.8        | 6.3           | No           | None       | No           | 0                 | Red         |
| Story1 | 3.5        | 3.5           | No           | None       | No           | 0                 | Magenta     |
| Base   |            | 0             |              |            |              |                   |             |

Figura 27. Ingreso de valores en el eje "Z"

En este cuadro se aprecia la introducción de los principales valores para la definición del material entre ellos tenemos el tipo de material que será tomado como si fuera de concreto (concrete), el peso específico del concreto es de 2.4 t/m<sup>3</sup> y el coeficiente térmico se desprecia en 0.000001 y el poisson se toma de concreto armado de 0.20 Este material se definirá con el nombre de concreto patrón

| Section                         | Property                                     | Value                            | Unit                                |
|---------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------------------|
| General Data                    | Material Name                                | CONCRETO PATRON                  |                                     |
|                                 | Material Type                                | Concrete                         |                                     |
|                                 | Directional Symmetry Type                    | Isotropic                        |                                     |
|                                 | Material Display Color                       | [Grey Swatch]                    |                                     |
|                                 | Material Notes                               | [Modify/Show Notes...]           |                                     |
| Material Weight and Mass        | Specify Weight Density                       | <input checked="" type="radio"/> |                                     |
|                                 | Specify Mass Density                         | <input type="radio"/>            |                                     |
|                                 | Weight per Unit Volume                       | 2400                             | kgf/cm <sup>3</sup>                 |
|                                 | Mass per Unit Volume                         | 2.447                            | kgf-s <sup>2</sup> /cm <sup>4</sup> |
| Mechanical Property Data        | Modulus of Elasticity, E                     | 217370.651192841                 | kgf/cm <sup>2</sup>                 |
|                                 | Poisson's Ratio, U                           | 0.2                              |                                     |
|                                 | Coefficient of Thermal Expansion, A          | 0.0000001                        | 1/F                                 |
|                                 | Shear Modulus, G                             | 90571.1                          | kgf/cm <sup>2</sup>                 |
| Design Property Data            | Modify/Show Material Property Design Data... |                                  |                                     |
| Advanced Material Property Data | Nonlinear Material Data...                   |                                  |                                     |
|                                 | Material Damping Properties...               |                                  |                                     |
|                                 | Time Dependent Properties...                 |                                  |                                     |
| OK                              |  | Cancel                           |                                     |

Figura 28. Ingreso de valores en la definición del material sin aditivo

En esta imagen se aprecia la introducción de la fórmula del RNE E-0.30, donde el esfuerzo por compresión axial de la muestra sin aditivo de tapas metálicas obtenido del laboratorio de ensayos el LEM es el que se aplica.

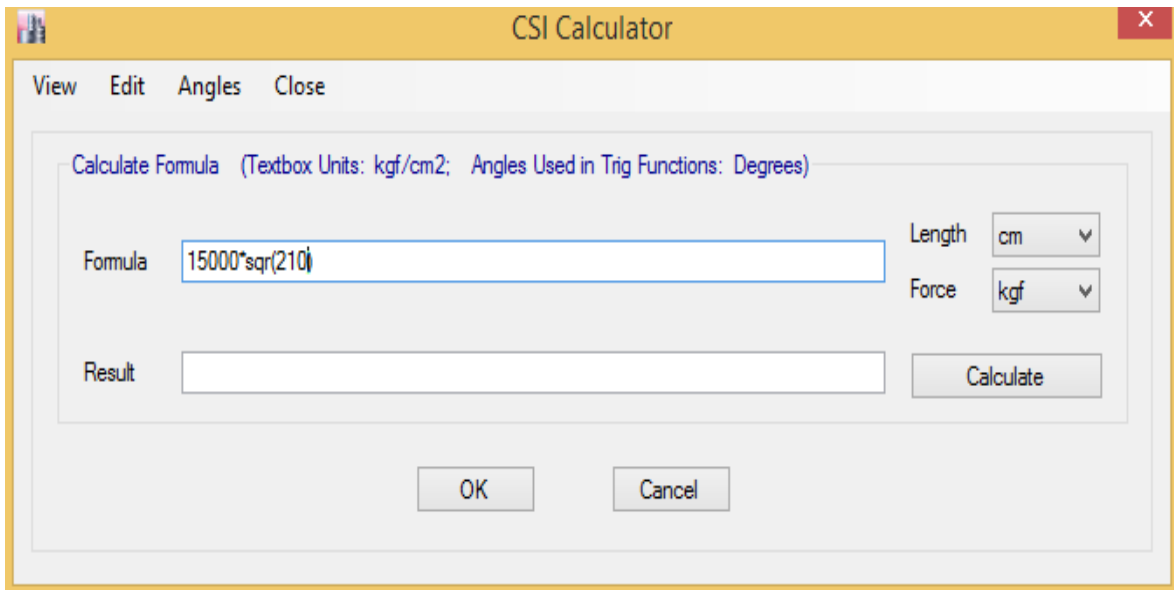


Figura 29. Se ingresa el valor esfuerzo a compresión axial en el Etabs según RNE E-0.30

Donde  $E_c$  es el módulo de elasticidad en  $\text{kg/cm}^2$ ,  $w$  es el peso volumétrico del concreto en  $\text{t/m}^3$  y  $f'_c$  resistencia del concreto en  $\text{kg/cm}^2$ .  
 Si consideramos el peso volumétrico  $w = 2.4 \text{ t/m}^3$  tenemos

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Figura 30. Fórmula del módulo de elasticidad de concreto

Concreto patrón sin aditivo reciclado:

$$E = 15\,000 * \sqrt{f'_c}$$

$$E = 15\,000 * \sqrt{210} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$E = 217\,370.6512 \text{ kg / cm}^2$$

$$E = 217,370 \text{ t/m}^2$$

En este cuadro se aprecia la introducción de los principales valores para la definición del material entre ellos tenemos el tipo de material que será tomado como si fuera de concreto (concrete), el peso específico del concreto es de 2.4 t/m<sup>3</sup> y el coeficiente térmico se desprecia en 0.000001 y el poisson se toma de albañilería de 0.20 Este material se definirá con el nombre de Concreto con tapas metálicas.

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: INCRETO CON TAPAS RECICLADAS

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400 kgf/cm<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 2.447 kgf-s<sup>2</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 241867.732448956 kgf/cm<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.00000001 1/F

Shear Modulus, G: 100778.22 kgf/cm<sup>2</sup>

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 31. Ingreso de valores en el material con aditivo reciclado

En esta imagen se aprecia la introducción de la fórmula del RNE E-0.30, donde el esfuerzo por compresión axial de la muestra con aditivo reciclado de tapas metálicas obtenido del laboratorio de ensayos el LEM es el que se aplica.

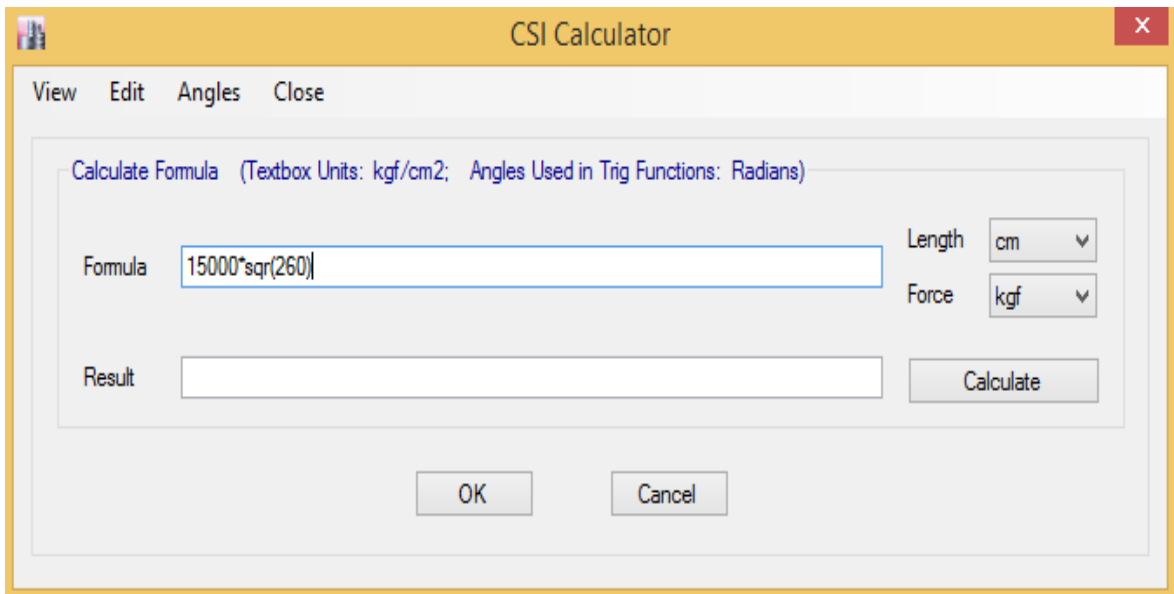


Figura 32. Se ingresa el valor esfuerzo a compresión axial en el Etabs según RNE E-0.30

Donde  $E_c$  es el módulo de elasticidad en  $\text{kg/cm}^2$ ,  $w$  es el peso volumétrico del concreto en  $\text{t/m}^3$  y  $f'_c$  resistencia del concreto en  $\text{kg/cm}^2$ .  
Si consideramos el peso volumétrico  $w = 2.4 \text{ t/m}^3$  tenemos

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Figura 33. Fórmula del módulo de elasticidad de concreto

Concreto patrón con aditivo reciclado:

$$E = 15\,000 * \sqrt{f'_c}$$

$$E = 15\,000 * \sqrt{260.00} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$E = 241\,867.7324 \text{ kg / cm}^2$$

$$E = 241,867 \text{ t/cm}^2$$

En este cuadro se aprecia la introducción de los principales valores para la definición del material de acero es su módulo de elasticidad de 2 000 000 kg/cm<sup>2</sup> y su peso específico es de 7850 kg/m<sup>3</sup>. El nombre que se le da es f'y=4 200 kg/cm<sup>2</sup>.

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: f'y=4200kg/cm2

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: [Blue] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7850 kg/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 800.477 kg·s<sup>3</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm<sup>2</sup>

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 34. Ingreso de valores del refuerzo de acero en el concreto



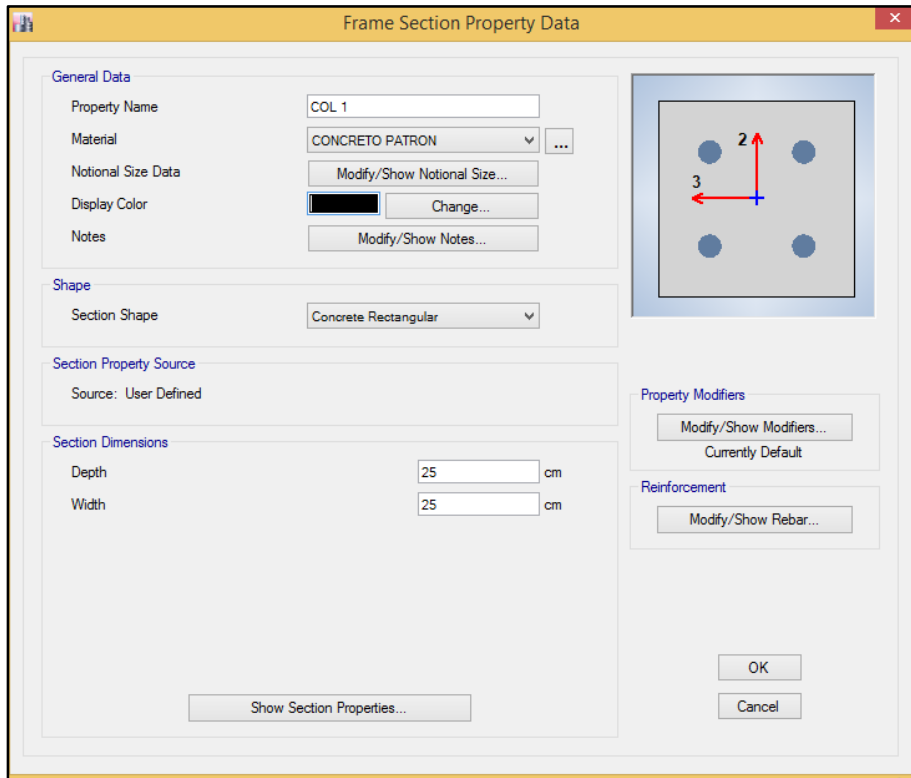


Figura 35. Creación de columna con concreto patrón

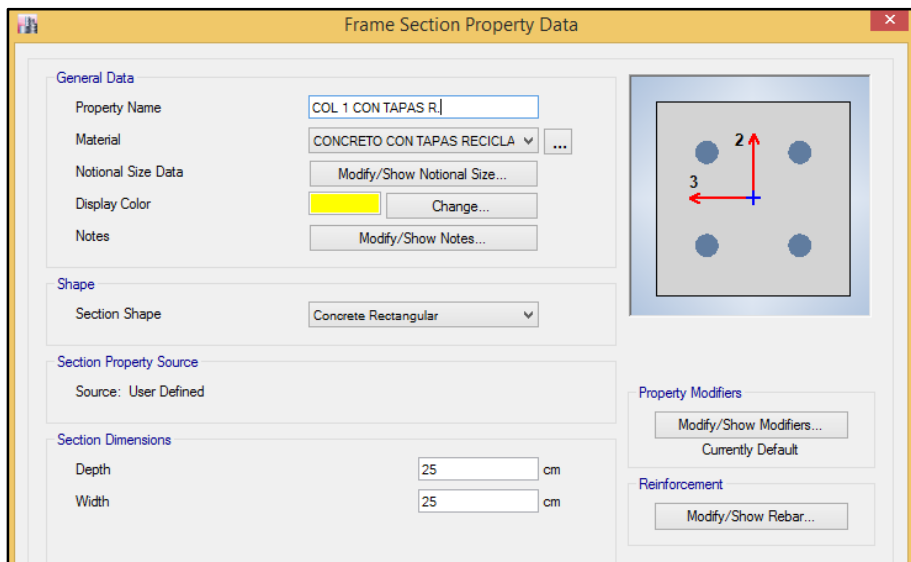


Figura 36. Creación de columna de concreto con tapas metálicas recicladas

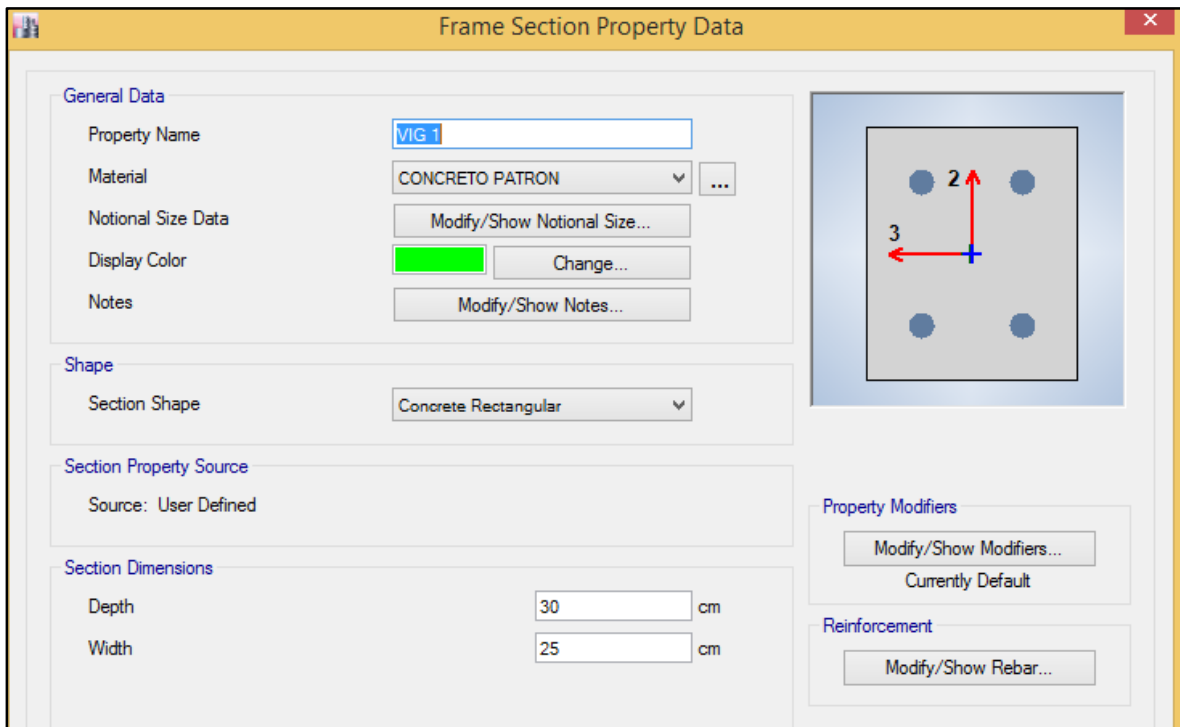


Figura 37. Creación de vigas de concreto con mezcla patrón

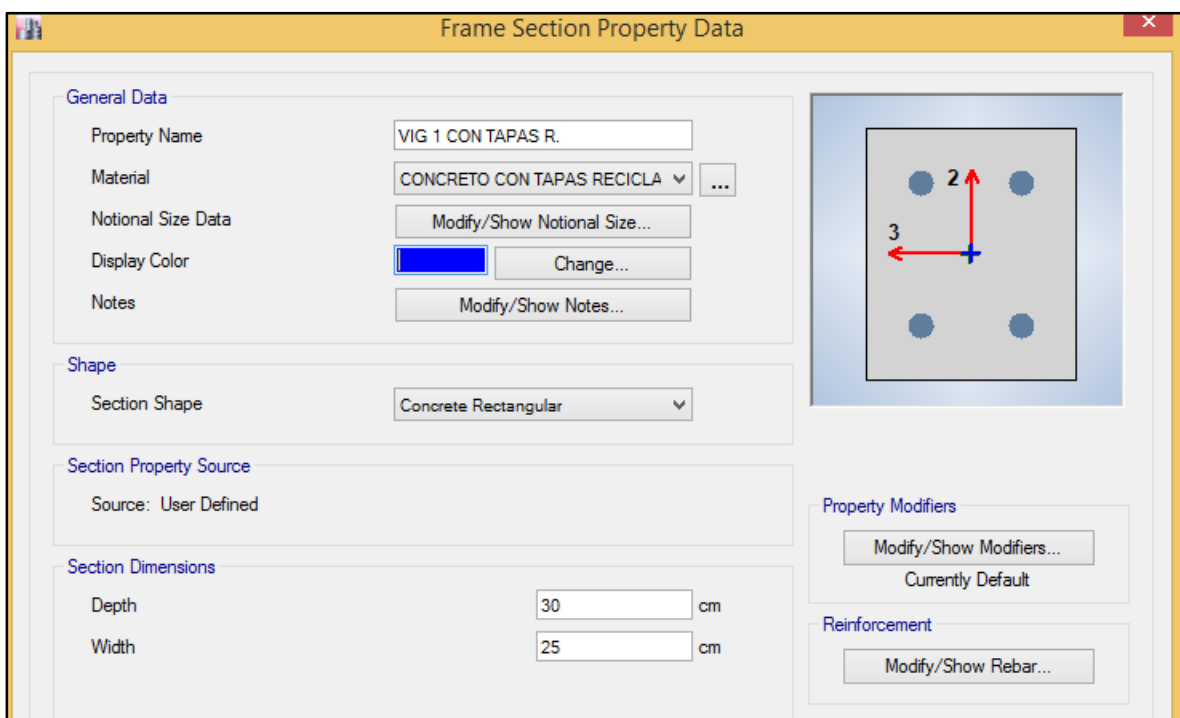


Figura 38. Creación de vigas de concreto con mezcla de tapas metálicas recicladas

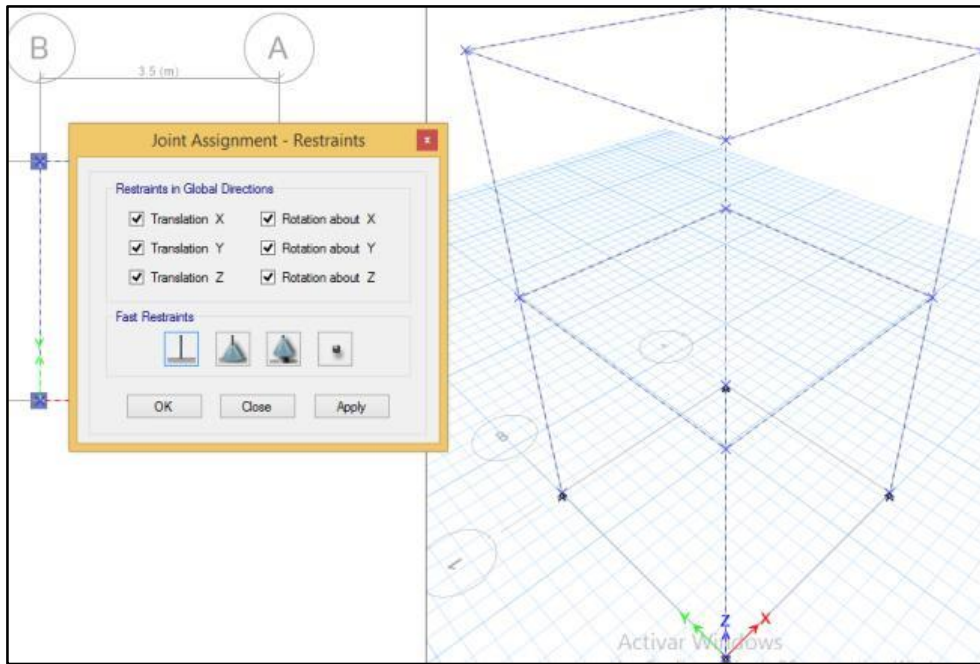


Figura 39. Asignación de puntos empotrados al suelo

Una vez definida las secciones de los elementos estructurales se procederá al modelamiento del plano presentado con muros de concreto (concrete)

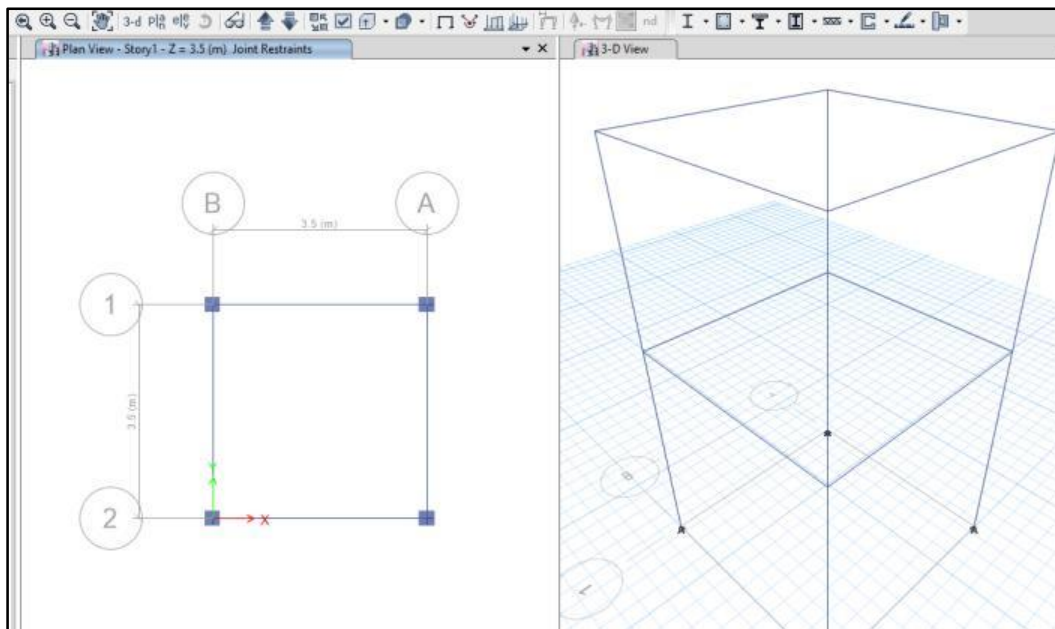


Figura 40. Plano en planta (modelamiento en etabs)

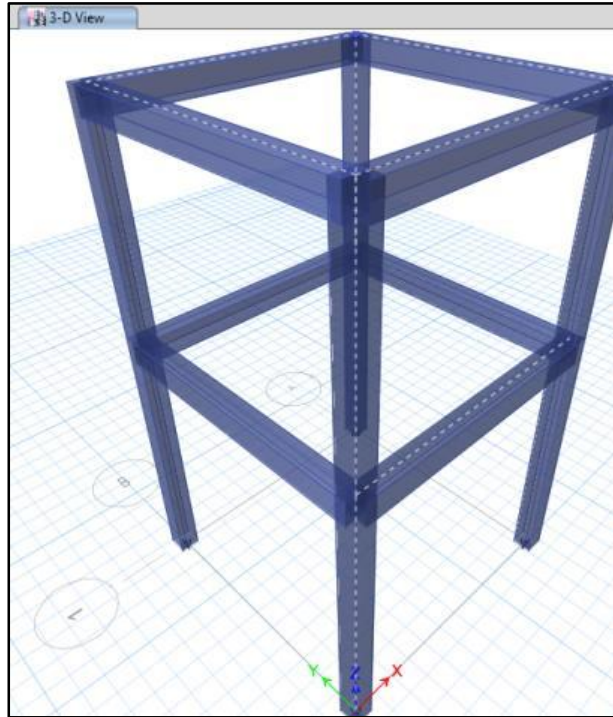


Figura 41. Plano en 3D de pórtico de concreto armado

### Creación de las cargas

Se empieza a crear tanto la dead (carga muerta del mismo peso de la estructura), la super dead (carga muerta de tabiquería y contrapiso), live (la carga viva) en este caso la carga viva es en el techo por ser de un solo piso y se indica que es reducible ya que el diafragma es flexible. Y por último los sismos tanto en el eje X como en el eje Y.

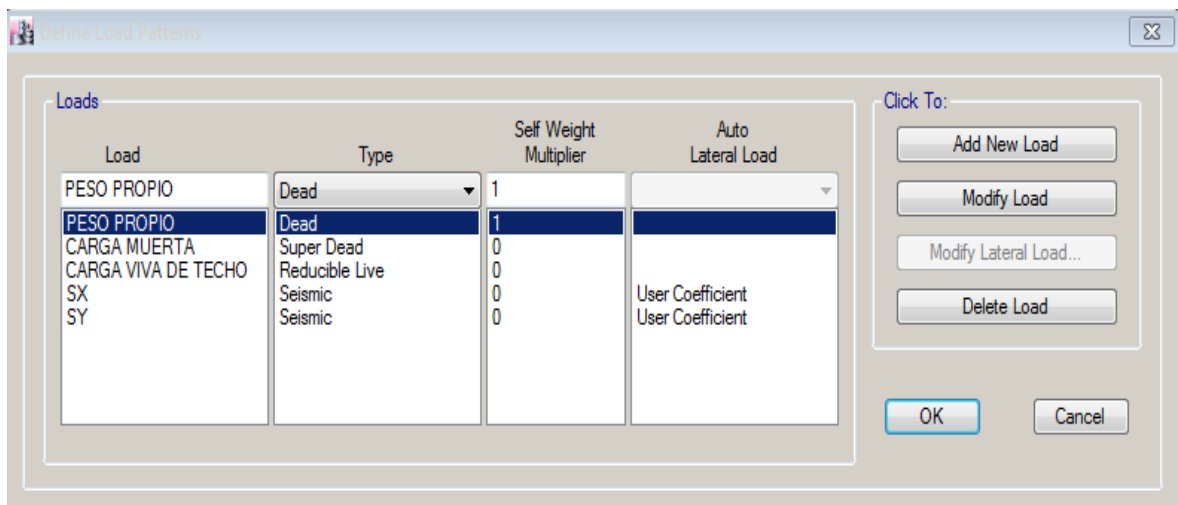


Figura 42. Creación de cargas por gravedad y sismo

En esta tabla se observa que se toma sólo en el eje X como la dirección más la excentricidad que se está considerando con 5 cm según el RNE

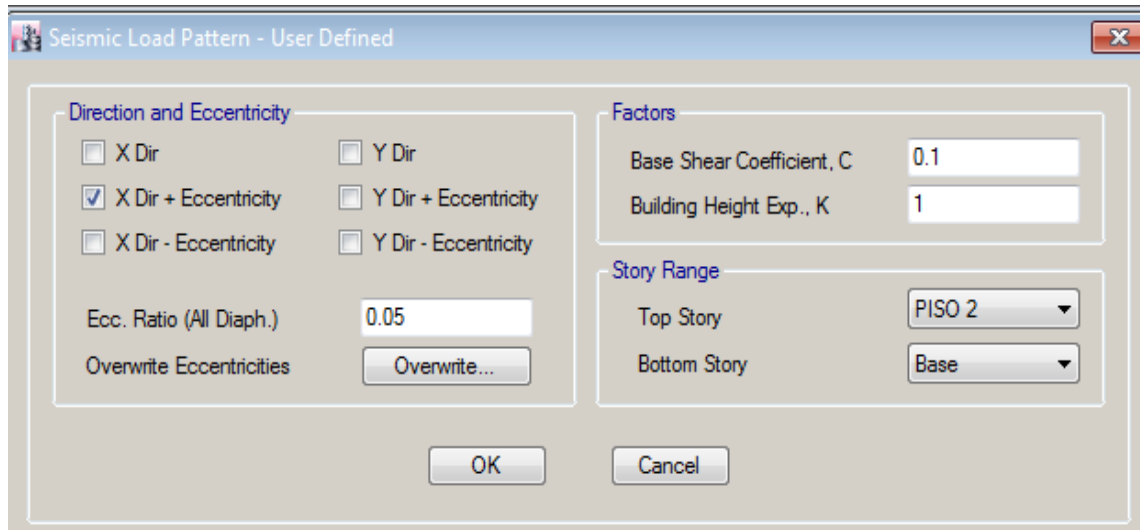


Figura 43. Eje X más la excentricidad

En esta tabla se observa que se toma sólo en el eje Y como la dirección más la excentricidad que se está considerando con 5 cm según el RNE

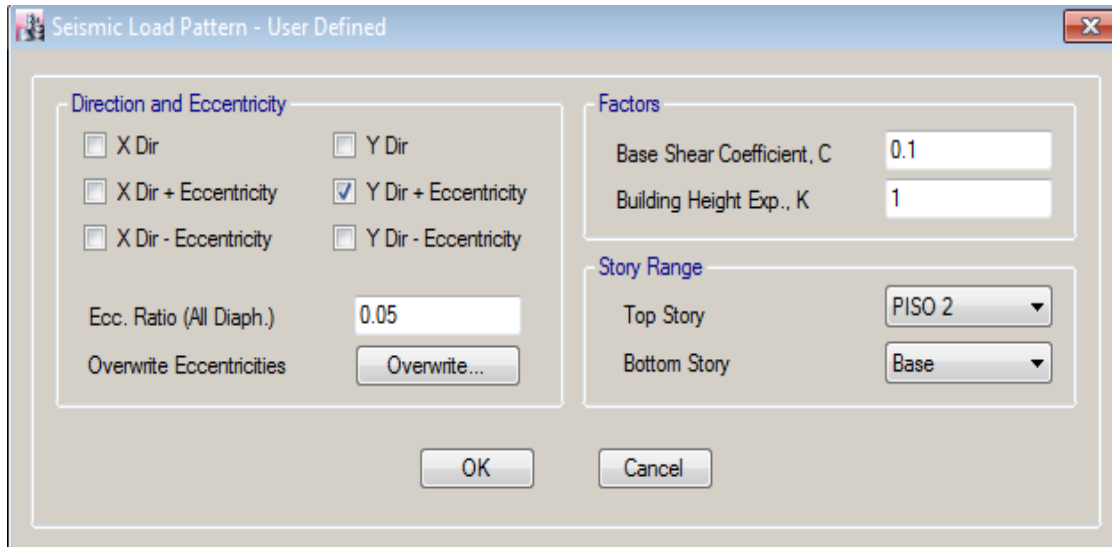


Figura 44. Eje Y más la excentricidad

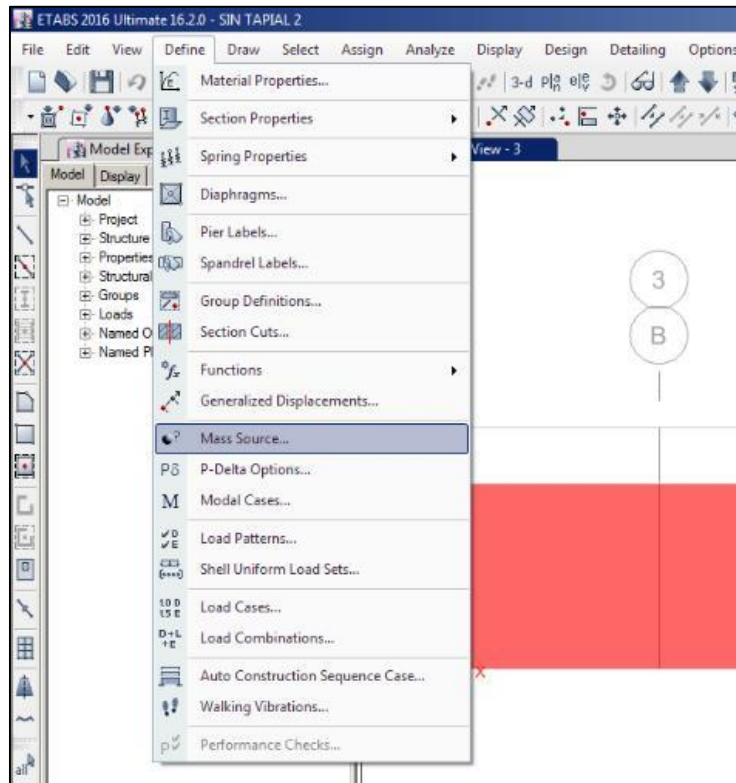


Figura 45. Se da click en define, y por consiguiente en la opción mass source

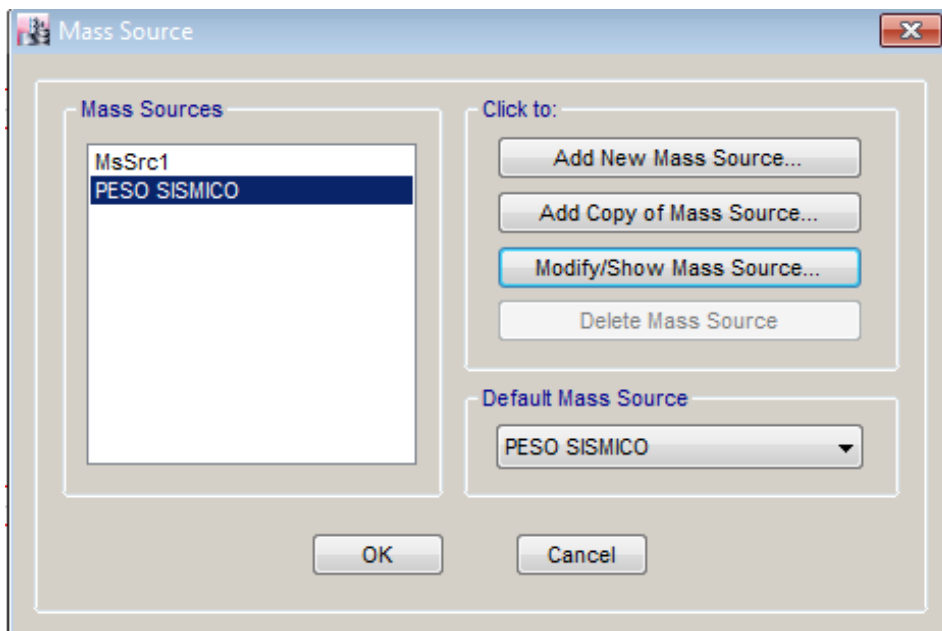


Figura 46. En mass sources se crea un peso sísmico

En esta tabla creada de mass source las cargas previamente creadas en la opción load pattern, se les coloca el multiplicador en este caso se debe tener presente la norma la e-0.30 de sismo en el que indica que la carga muerta es un 100% y la

carga viva (viva de techo) es un 25% por ser de categoría C (vivienda), y posteriormente se le da el nombre de peso mismo a lo creado.

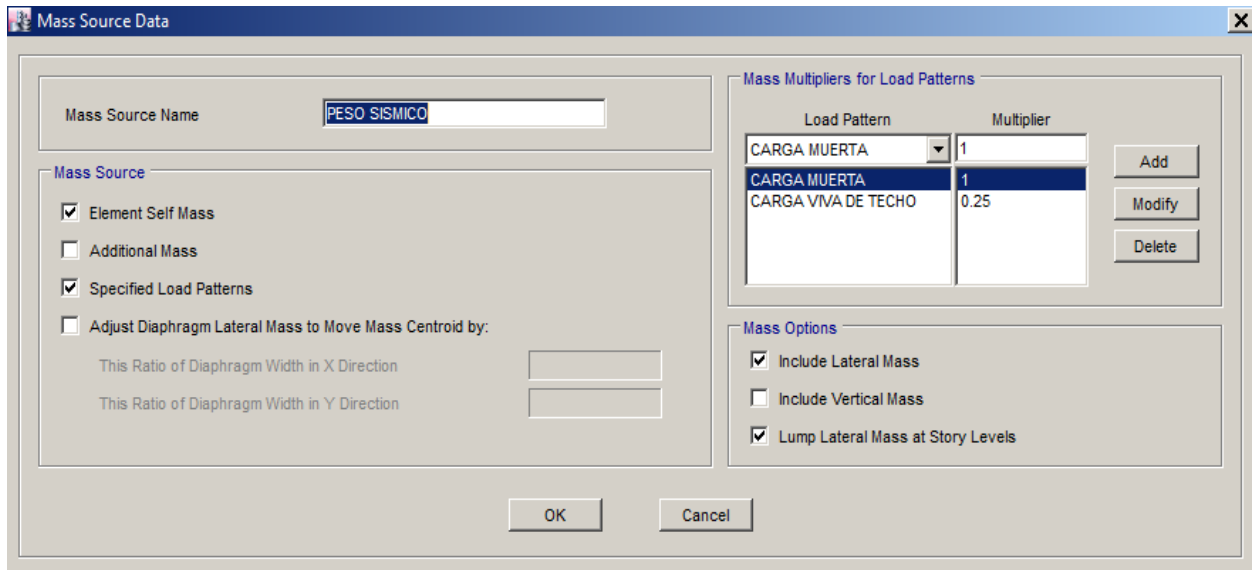


Figura 47. Las cargas creadas en load pattern más sus multiplicadores

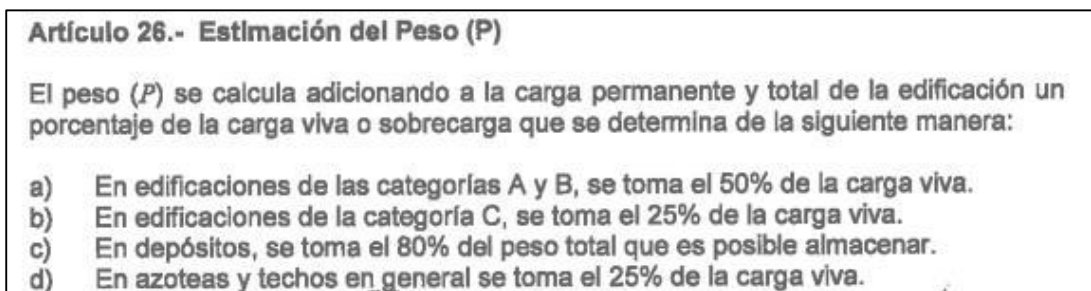


Figura 48. Se aprecia el artículo 26, que indica la categoría C de vivienda

### Creación del espectro de respuesta:

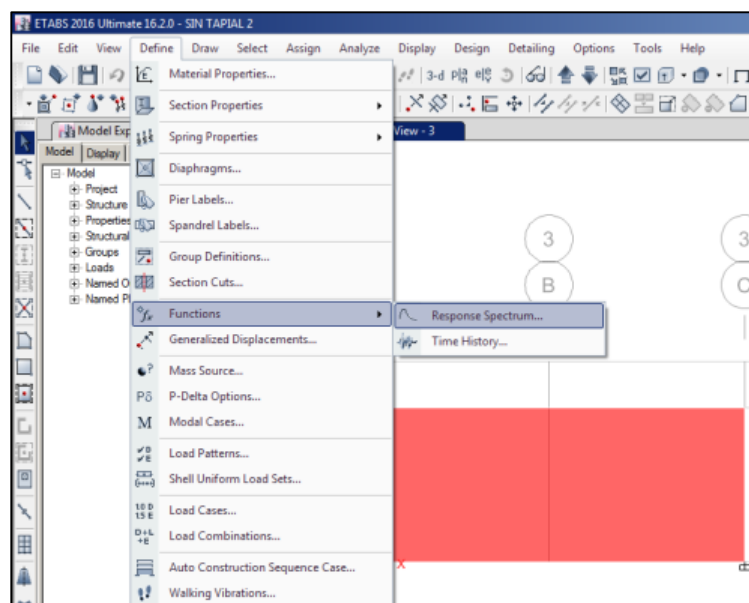


Figura 49. Darle click en define, luego en función para la espectro de respuesta

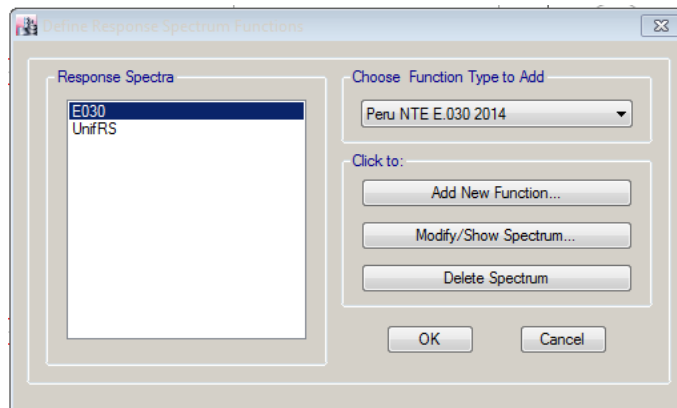


Figura 50. Espectro de respuesta, en donde se coloca la norma del 2014

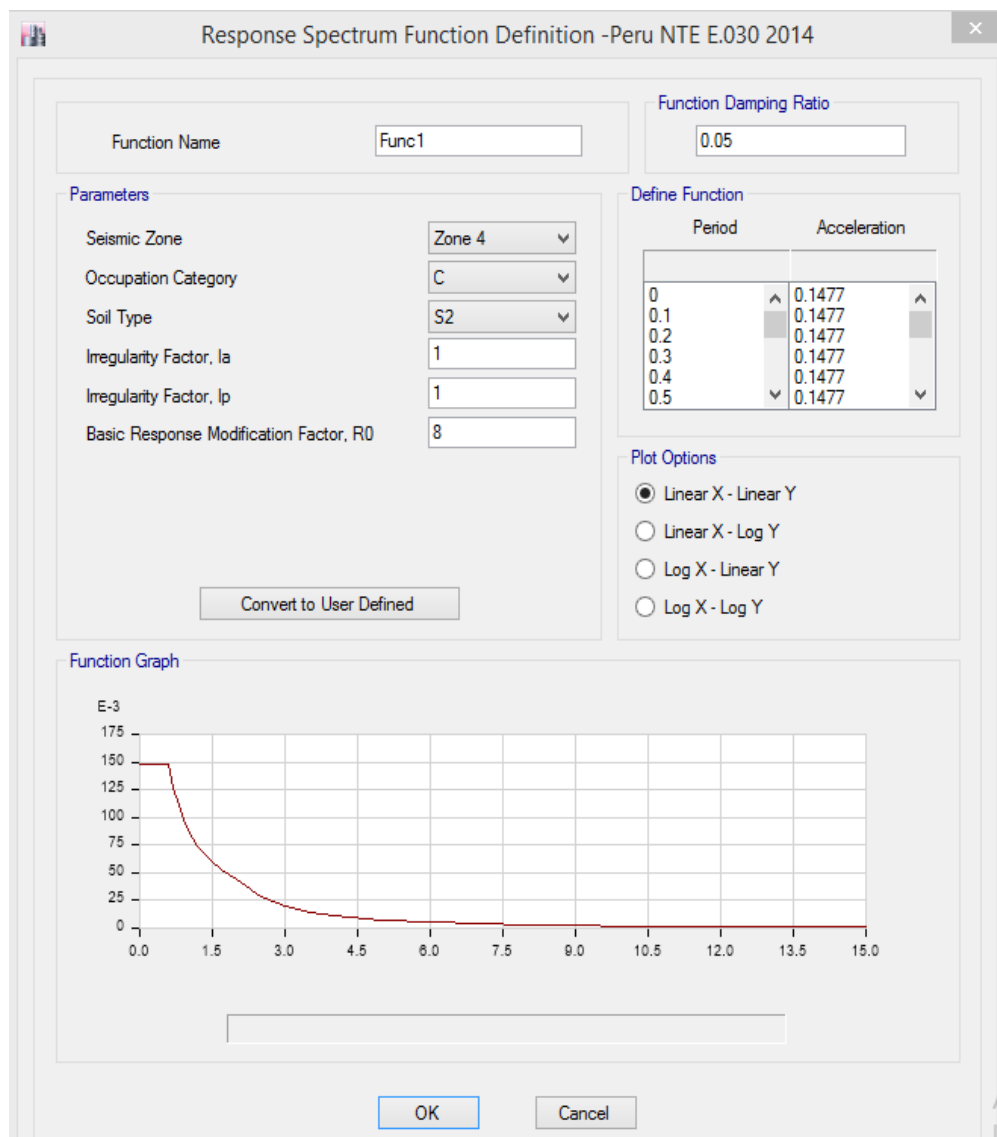


Figura 51. Espectro de respuesta

En la figura anterior se aprecian datos en los cuales se debe introducir teniendo bien claro la RNE E-0.30 que se presentarán a continuación



a) Valor de Z

|      |      |                        |   |                     |  |  |
|------|------|------------------------|---|---------------------|--|--|
| LIMA | LIMA | PUNTA HERMOSA          | 4 | TODOS LOS DISTRITOS |  |  |
|      |      | PUNTA NEGRA            |   |                     |  |  |
|      |      | RÍMAC                  |   |                     |  |  |
|      |      | SAN BARTOLO            |   |                     |  |  |
|      |      | SAN BORJA              |   |                     |  |  |
|      |      | SAN ISIDRO             |   |                     |  |  |
|      |      | SAN JUAN DE LURIGANCHO |   |                     |  |  |
|      |      | SAN JUAN DE MIRAFLORES |   |                     |  |  |
|      |      | SAN LUIS               |   |                     |  |  |
|      |      | SAN MARTÍN DE PORRES   |   |                     |  |  |
|      |      | SAN MIGUEL             |   |                     |  |  |
|      |      | SANTA ANITA            |   |                     |  |  |
|      |      | SANTA MARÍA DEL MAR    |   |                     |  |  |

Figura 52. Cuadro de zonificación - RNE

EL valor del Z según su ubicación en el mapa se deduce que el valor de Z será de 4.

b) Categoría de la edificación

|                               |  |     |
|-------------------------------|--|-----|
| C<br>Edificaciones<br>Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
|-------------------------------|--|-----|

Figura 53. Cuadro de tipo de edificación

c) Tipo de suelo (S)

**c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios**

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$ , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Figura 54. Tipo de suelo 2 por ser suelo intermedio

d) Regularidad en edificación

**19.2. Estructuras Regulares** son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor  $I_a$  e  $I_p$  es igual a 1,0.

**19.3. Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

Figura 55. Regularidad en vivienda de tapial

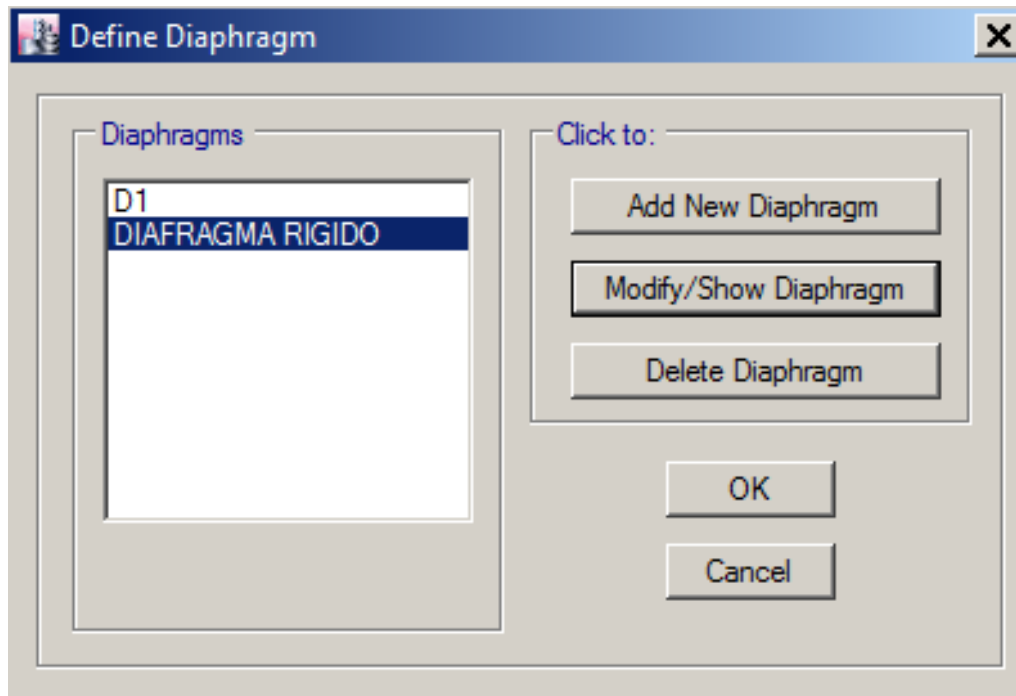
Se debe tener en cuenta que existen dos tipos de irregularidades tanto por planta como por altura estos se generan a través de las altas áreas libres, que el centro de masa este muy alejado del centro de gravedad, etc. Hay que tener en cuenta siempre verificar la tabla 8 y 9 y verificar la irregular.

e) Tipo de sistema estructural

**Tabla 13.** El sistema de albañilería posee un coeficiente de reducción de 8

| Tabla N° 7<br>SISTEMAS ESTRUCTURALES                     |  |
|--|--|
| Sistema Estructural                                      | Coficiente Básico de Reducción $R_d$ (*) |
| <b>Acero:</b>  |  |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)         | 8  |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)        | 5  |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)         | 4  |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 7  |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 4  |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)              | 8  |
| <b>Concreto Armado:</b>                                  |  |
| Pórticos   | 8  |
| Dual   | 7  |
| De muros estructurales                                   | 6  |
| Muros de ductilidad limitada                             | 4  |
| <b>Albañilería Armada o Confinada</b>                    | <b>3</b>                                 |
| <b>Madera</b>  | <b>7(**)</b>                             |

Fuente: RNE, E-0.30 Sismoresistente



*Figura 56.* Se da click en define, y por consiguiente se define el diafragma

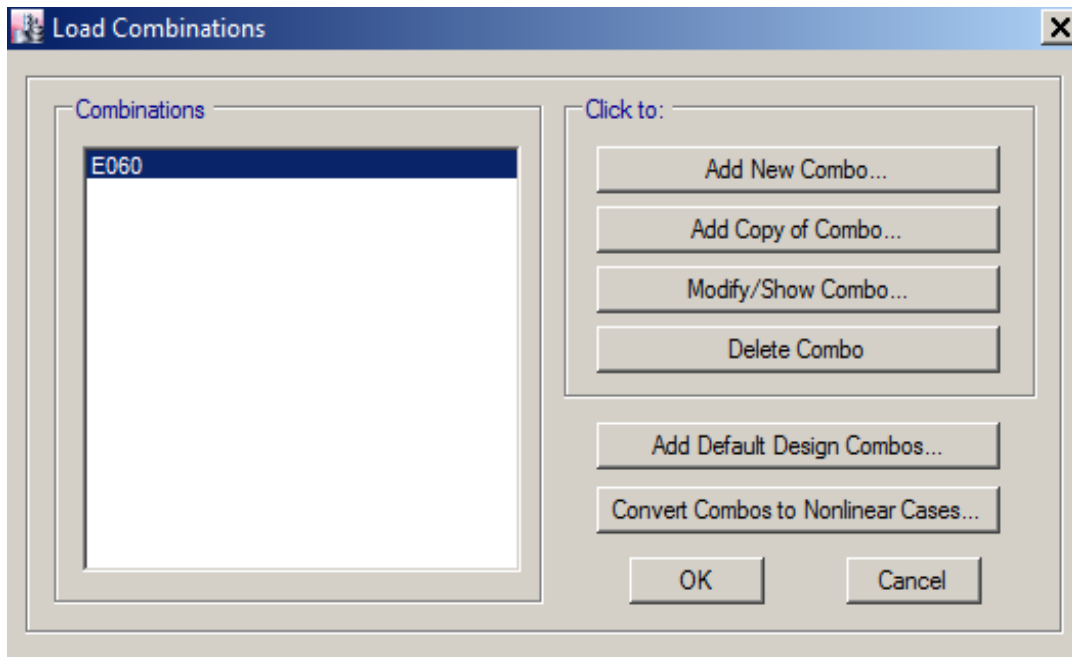


Figura 57. En la combinación se coloca la Norma E-0.60

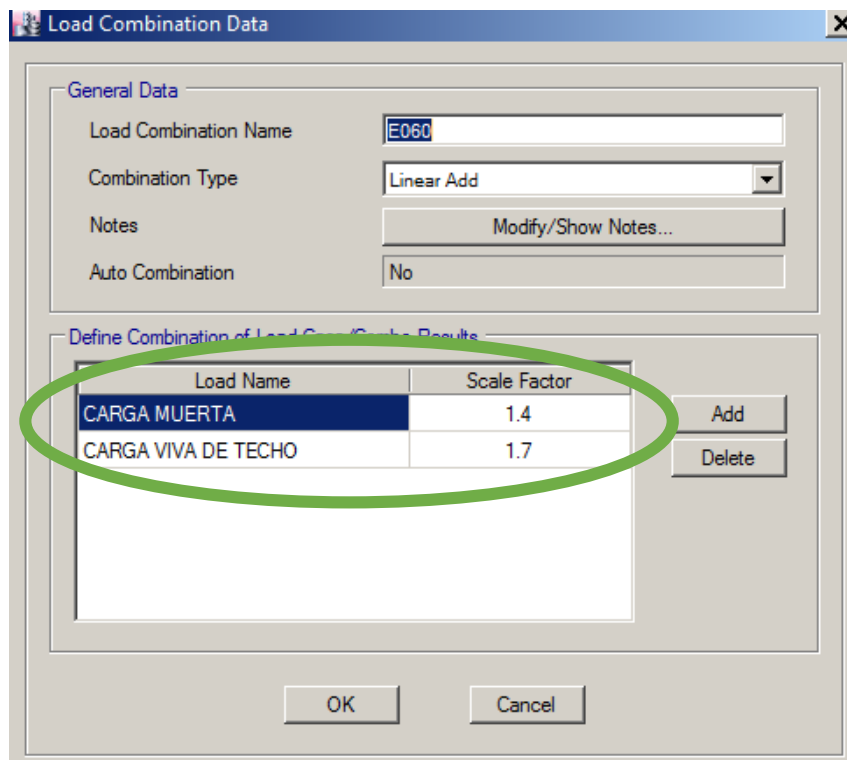


Figura 58. En la combinación se coloca la Norma E-0.60

Se considera para la carga muerta un 40% y en la carga viva un 70% más, estos factores de ampliación se deben a que uno debe diseñar siempre en lo más crítico y estar preparados ante una carga dinámica o estática.

**9.2 RESISTENCIA REQUERIDA**

**9.2.1** La resistencia requerida para cargas muertas (*CM*) y cargas vivas (*CV*) será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV \quad (9-1)$$

*Figura 59.* Resistencia requerida en una combinación

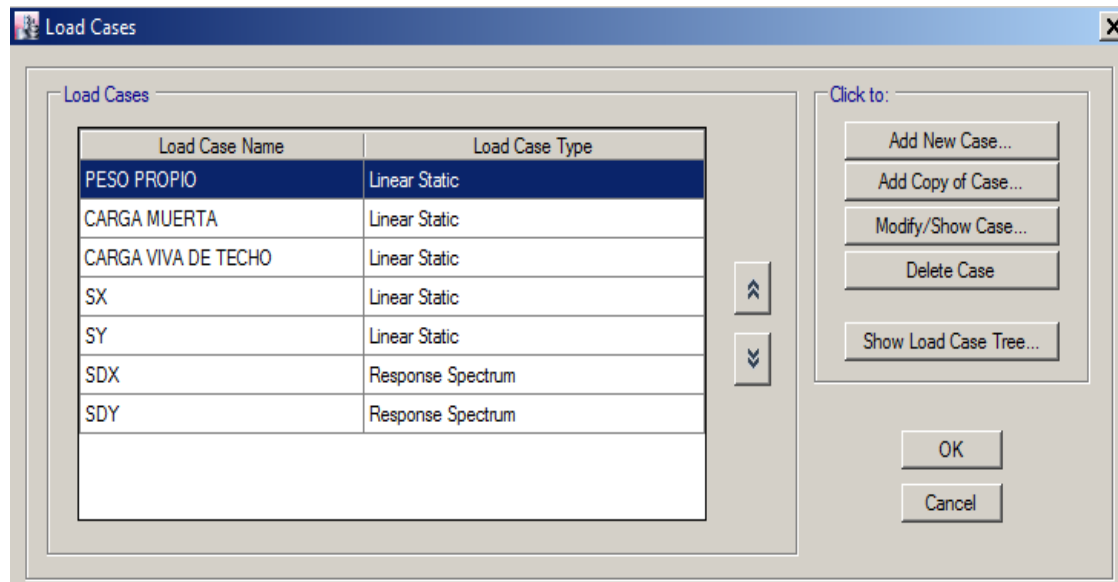
Las cargas aplicadas son:

Carga muerta = tabiquería 100 kg/cm<sup>2</sup> + contrapiso 100 kg/cm<sup>2</sup>

Carga muerta = 200 kg/cm<sup>2</sup>

Carga viva de techo (c): 100 kg/cm<sup>2</sup> según E-0.30

Peso propio: metrado de la estructura (software etabs)



*Figura 60.* Resistencia requerida en una combinación

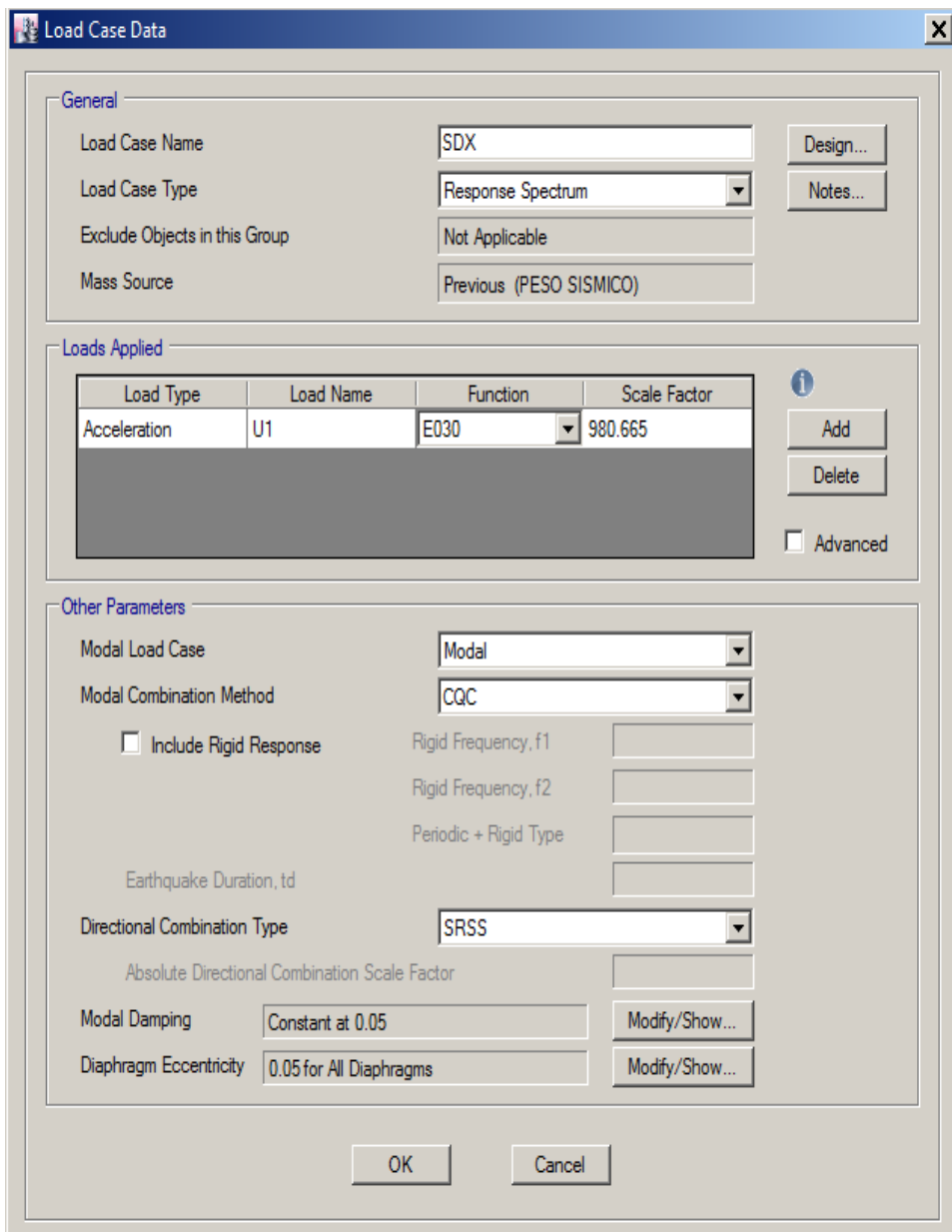


Figura 61. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos anteriores

Load Case Data

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type:  Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

**Loads Applied**

| Load Type    | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U2        | E030     | 980.665      |

Add  
Delete  
 Advanced

**Other Parameters**

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:  Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity:  Modify/Show...

OK Cancel

Figura 62. En la función se aprecia la E-0.30 que se creó en los pasos anteriores

## Criterio y normativa de las distorsiones

Tabla 14. Límites para la distorsión del entrepiso

| Tabla N° 11<br>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO       |                         |
|---|-------------------------|
| Material Predominante   | ( $\Delta_i / h_{ei}$ ) |
| Concreto Armado   | 0,007                   |
| Acero   | 0,010                   |
| Albafilería   | 0,005                   |
| Madera  | 0,010                   |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005                   |

Fuente: Elaboración propia

31.1. Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Figura 63. Factor de multiplicación en sistemas de estructuras regulares

Al desplazamiento lateral promedio del entre piso se le multiplicará por 0,75 y por 8 (sistema de pórtico) y por consiguiente el límite de distorsión que debe poseer para que cumpla la vivienda multifamiliar (considerado como sistema de concreto armado) es ser menor a 0,007. Cabe destacar que ambas viviendas con o sin aditivo de tapas metálicas cumplieron la normativa de la E-0.30 que manda el reglamento nacional de edificaciones.



## Distorsión en Pórticos sin chapas metálicas

Tabla 15. Distorsión en dirección X

| TABLE: Story Drifts |                 |            |          |       |     |     |     |
|---------------------|-----------------|------------|----------|-------|-----|-----|-----|
| Story               | Load Case/Combo | Direction  | Drift    | Label | X   | Y   | Z   |
|                     |                 |            |          |       | cm  | cm  | cm  |
| PISO 2              | SDX Max         | X          | 0.000783 | 1     | 0   | 415 | 435 |
| PISO 1              | SDX Max         | X          | 0.00149  | 22    | 425 | 395 | 335 |
| EN DIRECCION X      |                 |            |          |       |     |     |     |
| NIVELES             | ELASTICA(DRIF)  | INELASTICA | E030     |       |     |     |     |
| PISO 1              | 0.0011365       | 0.68%      | 0.70%    |       |     |     |     |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección X:  $0.0011365 \times 0.75 \times 8 = 0.0068$

→ En dirección X:  $0.68\% < 0.70\%$ , por lo que cumple la normativa e-0.30

Tabla 16. Distorsión en dirección Y

| TABLE: Story Drifts |                 |            |          |       |     |     |     |
|---------------------|-----------------|------------|----------|-------|-----|-----|-----|
| Story               | Load Case/Combo | Direction  | Drift    | Label | X   | Y   | Z   |
|                     |                 |            |          |       | cm  | cm  | cm  |
| PISO 2              | SDY Max         | Y          | 0.000552 | 10    | 425 | 415 | 435 |
| PISO 1              | SDY Max         | Y          | 0.00101  | 16    | 315 | 415 | 335 |
| EN DIRECCION Y      |                 |            |          |       |     |     |     |
| NIVELES             | ELASTICA(DRIF)  | INELASTICA | E030     |       |     |     |     |
| PISO 1              | 0.000781        | 0.47%      | 0.70%    |       |     |     |     |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección Y:  $0.000781 \times 0.75 \times 8 = 0.0047$

→ En dirección Y:  $0.47\% < 0.70\%$ , por lo que cumple la normativa e-0.30

## Distorsión en la Pórticos con chapas metálicas

**Tabla 17.** Distorsión en dirección X con aditivo

| Story          | Load           |            | Drift    | Label | X   | Y   | Z   |
|----------------|----------------|------------|----------|-------|-----|-----|-----|
|                | Case/Combo     | Direction  |          |       |     |     |     |
|                |                |            |          |       | cm  | cm  | cm  |
| PISO 2         | SDX Max        | X          | 0.000507 | 12    | 850 | 415 | 435 |
| PISO 1         | SDX Max        | X          | 0.00125  | 22    | 425 | 395 | 335 |
| EN DIRECCION X |                |            |          |       |     |     |     |
| NIVELES        | ELASTICA(DRIF) | INELASTICA | E030     |       |     |     |     |
| PISO 1         | 0.0008785      | 0.527%     | 0.70%    |       |     |     |     |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección X:  $0.0008785 \times 0.75 \times 8 = 0.00527$

→ En dirección X:  $0.527\% < 0.70\%$ , por lo que cumple la normativa e-0.30

**Tabla 18.** Distorsión en dirección Y con aditivo

| TABLE: Story Drifts |                |            |         |       |     |     |     |
|---------------------|----------------|------------|---------|-------|-----|-----|-----|
| Story               | Load           |            | Drift   | Label | X   | Y   | Z   |
|                     | Case/Combo     | Direction  |         |       |     |     |     |
|                     |                |            |         |       | cm  | cm  | cm  |
| PISO 2              | SDY Max        | Y          | 0.00049 | 10    | 425 | 415 | 435 |
| PISO 1              | SDY Max        | Y          | 0.00072 | 16    | 315 | 415 | 335 |
| EN DIRECCION Y      |                |            |         |       |     |     |     |
| NIVELES             | ELASTICA(DRIF) | INELASTICA | E030    |       |     |     |     |
| PISO 1              | 0.000605       | 0.363%     | 0.70%   |       |     |     |     |

Fuente: Elaboración propia

→ En dirección Y:  $0.000605 \times 0.75 \times 8 = 0.00363$

→ En dirección Y:  $0.363\% < 0.70\%$ , por lo que cumple la normativa e-0.30

## Resultados del Caso – Ensayo a 7 días

**Tabla 19.** Cuadro de descripción y toma de datos de compresión axial

| Probetas  | Fecha de Vaciado | Fecha de Rotura | Edad   | Relación altura /diámetro | Altura (cm) | Diámetro (cm) |
|-----------|------------------|-----------------|--------|---------------------------|-------------|---------------|
| P-1 y P-2 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.99                      | 30          | 15.1          |
| P-3 y P-4 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.97                      | 30          | 15.2          |
| P-5 y P-6 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 2.01                      | 30          | 14.9          |
| P-7 y P-8 | 07/05/2020       | 14/05/2020      | 7 días | 1.98                      | 30          | 15.15         |

Fuente: Elaboración propia

En la primera tabla se aprecia los datos que te genera el ensayo a compresión axial, y se observa los datos de rotura y vaciado de concreto, un dato genera la carga máxima es el tiempo de fraguado que es de 7 días en el primer caso.

## Resultados de los esfuerzos a compresión axial de probetas

**Tabla 20.** Cuadro de resultados del esfuerzo a compresión en unidades de Kg/cm<sup>2</sup>

| Probetas  | Descripción                  | Cantidad de aditivo | Área (cm <sup>2</sup> ) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Promedio Esfuerzo a compresión axial |
|-----------|------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| P-1 y P-2 | Patrón                       | 0                   | 176.71                  | 5301.3                     | 160.50 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-3 y P-4 | Aditivo de Chapas recicladas | 10 %                | 176.69                  | 5300.7                     | 171.50 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-5 y P-6 | Aditivo de Chapas recicladas | 20 %                | 176.74                  | 5302.9                     | 197.00 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-7 y P-8 | Aditivo de Chapas recicladas | 30 %                | 176.2                   | 5286.0                     | 184.00 kg/cm <sup>2</sup>            |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se puede apreciar los esfuerzos a compresión axial en unidades de Kg/Cm<sup>2</sup>, obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre las probetas con tapas metálicas y la muestra patrón.

**Gráfico estadístico a compresión axial de probetas en KN/CM<sup>2</sup> – 7 días**

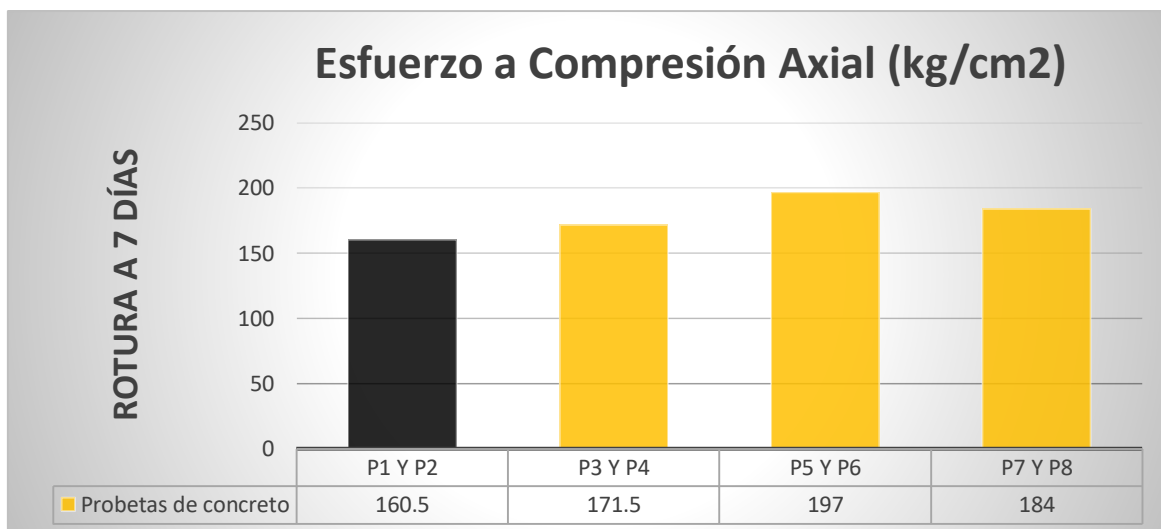


Figura 64. Esfuerzo a compresión axial en kg/cm<sup>2</sup>

En esta figura se aprecia el esfuerzo a compresión axial más bajo en las probetas del primer caso destacando también que eran las probetas de diseño de mezcla patrón (sin aditivo). Se aprecia que el caso 3 de probetas 5 y 6 con el aditivo intermedio esta igual que el que tiene mayor dosificación ambos con un 202.00 y 192 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Ensayo a 14 días (Resistencia a la compresión)**

Tabla 21. Cuadro de descripción y toma de datos de compresión axial

| Probetas  | Fecha de Vaciado | Fecha de Rotura | Edad    | Relación altura /diámetro | Altura (cm) | Diámetro (cm) |
|-----------|------------------|-----------------|---------|---------------------------|-------------|---------------|
| P-1 y P-2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 2.00                      | 30          | 15            |
| P-3 y P-4 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 2.00                      | 30          | 15            |
| P-5 y P-6 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 2.00                      | 30          | 15            |
| P-7 y P-8 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 2.00                      | 30          | 15            |

Fuente: Elaboración propia

En la primera tabla se aprecia los datos que te genera el ensayo a compresión axial, y se observa los datos de rotura y vaciado de concreto, un dato genera la carga máxima es el tiempo de fraguado que es de 14 días en el primer caso.

### Resultados de los esfuerzos a compresión axial de probetas

**Tabla 22.** Cuadro de resultados del esfuerzo a compresión en unidades de Kg/cm<sup>2</sup>

| Probetas  | Descripción                  | Cantidad de aditivo | Área (cm <sup>2</sup> ) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Promedio Esfuerzo a compresión axial |
|-----------|------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| P-1 y P-2 | Patrón                       | 0                   | 176.71                  | 5301.3                     | 185.50 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-3 y P-4 | Aditivo de Chapas recicladas | 10 %                | 176.71                  | 5301.3                     | 187.00 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-5 y P-6 | Aditivo de Chapas recicladas | 20 %                | 176.71                  | 5301.3                     | 203.00 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-7 y P-8 | Aditivo de Chapas recicladas | 30 %                | 176.71                  | 5301.3                     | 199.00 kg/cm <sup>2</sup>            |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecian los esfuerzos a compresión axial en unidades de Kg/Cm<sup>2</sup>, obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre las probetas con tapas metálicas y la muestra patrón.

### Gráficos estadísticos a compresión axial de probetas en KN/CM<sup>2</sup> – 14 días

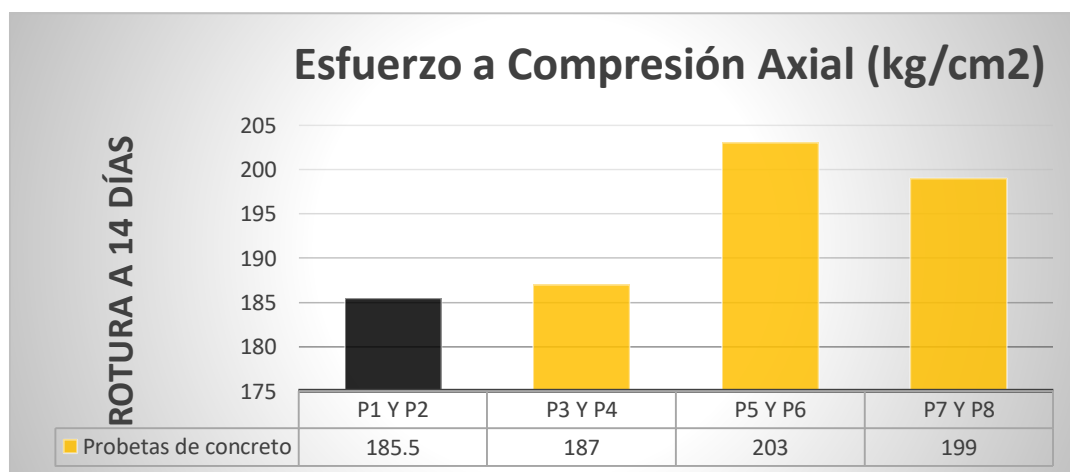


Figura 65. Esfuerzo a compresión axial en kg/cm<sup>2</sup>

Aquí se aprecia el esfuerzo a compresión axial más bajo en las probetas del primer caso destacando también que eran las probetas de diseño de mezcla patrón (sin aditivo). Se aprecia que el caso 3 de probetas 5 y 6 con el aditivo intermedio esta igual que el que tiene mayor dosificación ambos con un 201 kg/cm<sup>2</sup> y 205 kg/cm<sup>2</sup>

### Ensayo a 28 días (Resistencia a la Compresión)

**Tabla 23.** Cuadro de descripción y toma de datos de compresión axial a 28 días

| Probetas  | Fecha de Vaciado | Fecha de Rotura | Edad    | Relación altura /diámetro | Altura (cm) | Diámetro (cm) |
|-----------|------------------|-----------------|---------|---------------------------|-------------|---------------|
| P-1 y P-2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 2.00                      | 30          | 15            |
| P-3 y P-4 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 2.00                      | 30          | 15            |
| P-5 y P-6 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 2.00                      | 30          | 15            |
| P-7 y P-8 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 2.00                      | 30          | 15            |

Fuente: Elaboración propia

En la primera tabla se aprecia los datos que te genera el ensayo a compresión axial, y se observa los datos de rotura y vaciado de concreto, un dato genera la carga máxima es el tiempo de fraguado que es de 28 días en el primer caso.

### Resultados de los esfuerzos a compresión axial de probetas

**Tabla 24.** Resultados del esfuerzo a compresión en unidades de Kg/cm<sup>2</sup> a 28 días

| Probetas  | Descripción                  | Cantidad de aditivo | Área (cm <sup>2</sup> ) | Volumen (cm <sup>3</sup> ) | Promedio Esfuerzo a compresión axial |
|-----------|------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| P-1 y P-2 | Patrón                       | 0                   | 176.71                  | 5301.3                     | 237.50 kg/cm <sup>2</sup>            |
| P-3 y P-4 | Aditivo de Chapas recicladas | 10 %                | 176.71                  | 5301.3                     | 246.00 kg/cm <sup>2</sup>            |

|           |                              |      |        |        |                           |
|-----------|------------------------------|------|--------|--------|---------------------------|
| P-5 y P-6 | Aditivo de Chapas recicladas | 20 % | 176.71 | 5301.3 | 259.00 kg/cm <sup>2</sup> |
| P-7 y P-8 | Aditivo de Chapas recicladas | 30 % | 176.71 | 5301.3 | 259.00 kg/cm <sup>2</sup> |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecian los esfuerzos a compresión axial en unidades de Kg/Cm<sup>2</sup>, obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre las probetas con tapas metálicas y la muestra patrón (la dosificación en cada caso).

### Gráfico estadístico a compresión axial de probetas en KN/CM<sup>2</sup> (28 días)

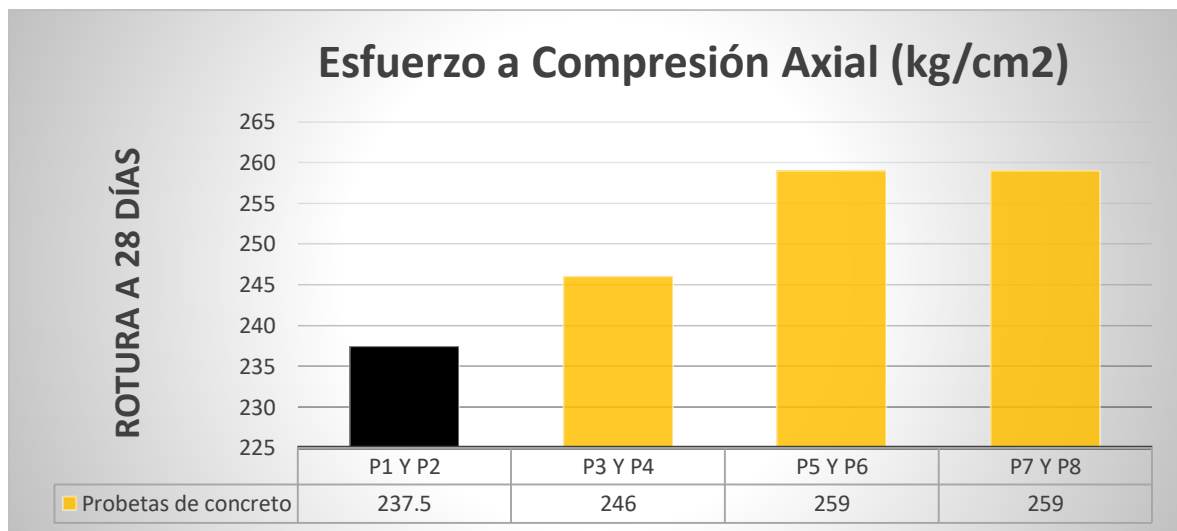
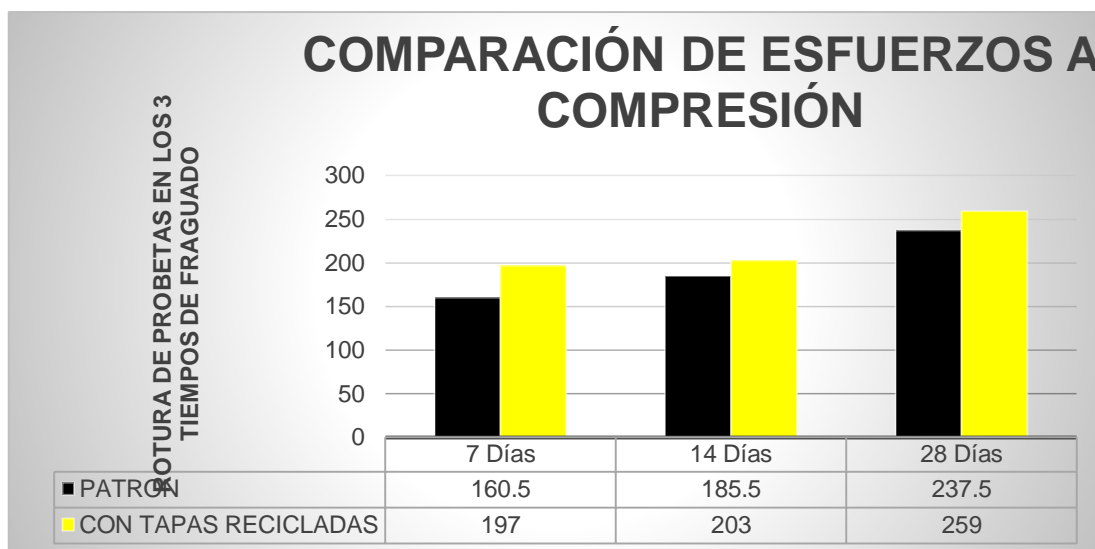


Figura 66. Esfuerzo a compresión axial en kg/cm<sup>2</sup>

Se aprecia el esfuerzo a compresión axial más bajo en las probetas del primer caso destacando también que eran las probetas de diseño de mezcla patrón (sin aditivo). Se aprecia que el caso 3 de probetas 5 y 6 con el aditivo intermedio esta igual que el que tiene mayor dosificación ambos con un 260.00 kg/cm<sup>2</sup> y 258.00 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfico estadístico de probeta sin chapas recicladas vs con chapas recicladas**



*Figura 67. Comparación de esfuerzos a compresión*

En esta figura se aprecia el esfuerzo a compresión axial de la muestra patrón con un diseño de mezcla común de color negro se resalta y la segunda barra de color amarillo la muestra con aditivo de tapas metálicas con mejor dosificación se ve claramente que el aditivo aumenta la resistencia ante una carga máxima aplicada.

**Resistencia a la flexión - Ensayo a 14 días**

**Tabla 25. Descripción y toma de datos de flexión a 14 días**

| Vigas     | Fecha de Vaciado | Fecha de Rotura | Edad    | Luz Libre |
|-----------|------------------|-----------------|---------|-----------|
| V-1 y V-2 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 45.00     |
| V-3 y V-4 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 45.00     |
| V-5 y V-6 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 45.00     |
| V-7 y V-8 | 07/05/2020       | 21/05/2020      | 14 días | 45.00     |

Fuente: Elaboración propia

En la primera tabla se aprecia los datos que te genera el ensayo a flexión, y se observa los datos de rotura y vaciado de concreto, un dato genera la carga máxima es el tiempo de fraguado que es de 14 días.



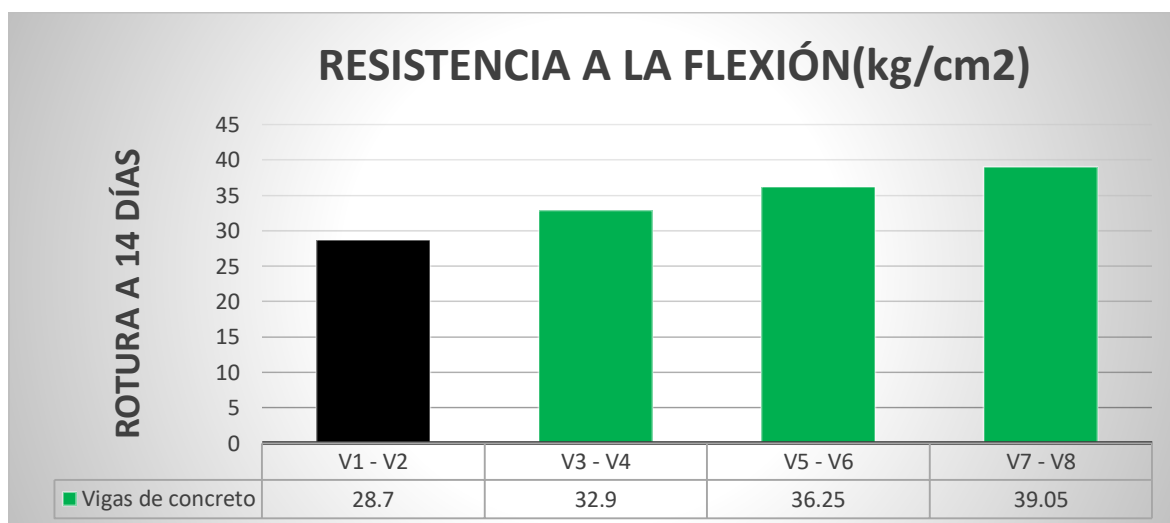
**Tabla 26.** Resultados del esfuerzo a flexión en unidades de Kg/cm<sup>2</sup> a 14 días

| Probetas  | Descripción                  | Cantidad de aditivo | Ubicación de la Falla | Resistencia a flexión    |
|-----------|------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| V-1 y V-2 | Patrón                       | 0 %                 | Tercio Central        | 28.70 kg/cm <sup>2</sup> |
| V-3 y V-4 | Aditivo de Chapas recicladas | 10 %                | Tercio Central        | 32.90 kg/cm <sup>2</sup> |
| V-5 y V-6 | Aditivo de Chapas recicladas | 20 %                | Tercio Central        | 36.25 kg/cm <sup>2</sup> |
| V-7 y V-8 | Aditivo de Chapas recicladas | 30 %                | Tercio Central        | 39.05 kg/cm <sup>2</sup> |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecian los esfuerzos a flexión en unidades de Kg/Cm<sup>2</sup>, obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre las probetas con tapas metálicas y la muestra patrón (la dosificación en cada caso)

#### Gráficos estadísticos a flexión de vigas en KN/CM<sup>2</sup> (14 días)



*Figura 68.* Esfuerzo a flexión en kg/cm<sup>2</sup>

En esta figura se aprecia el esfuerzo a flexión más bajo en las probetas del primer caso destacando también que eran las probetas de diseño de mezcla patrón (sin aditivo) con un 28.7 kg/cm<sup>2</sup>. Se aprecia que el caso de la viga 3 con el aditivo

intermedio esta igual que el que tiene mayor dosificación ambos con un 36.25 kg/cm<sup>2</sup> promedio.

### Resistencia a la flexión – Ensayo a 28 días

**Tabla 27.** Descripción y toma de datos de flexión a 28 días

| Vigas     | Fecha de Vaciado | Fecha de Rotura | Edad    | Luz Libre |
|-----------|------------------|-----------------|---------|-----------|
| V-1 y V-2 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 45.00     |
| V-3 y V-4 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 45.00     |
| V-5 y V-6 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 45.00     |
| V-7 y V-8 | 07/05/2020       | 04/06/2020      | 28 días | 45.00     |

Fuente: Elaboración propia

En la primera tabla se aprecia los datos que te genera el ensayo a flexión, y se observa los datos de rotura y vaciado de concreto, un dato genera la carga máxima es el tiempo de fraguado que es de 28 días en el primer caso.

### Resultados de los esfuerzos a flexión de vigas

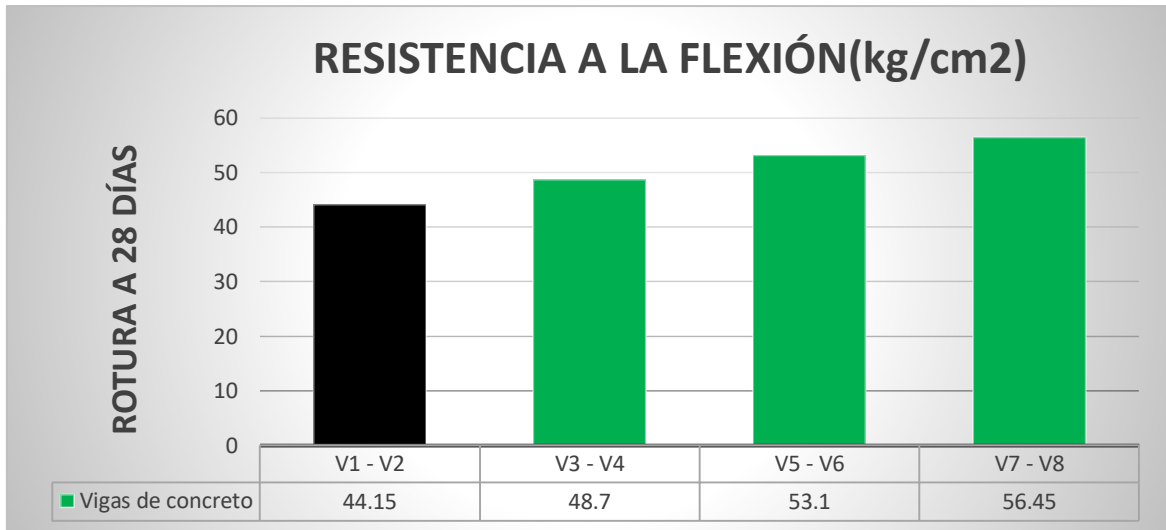
**Tabla 28.** Resultados del esfuerzo a flexión en unidades de Kg/cm<sup>2</sup> a 28 días

| Vigas     | Descripción                 | Cantidad de aditivo | Ubicación de la Falla | Resistencia a flexión    |
|-----------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| V-1 y V-2 | Patrón                      | 0                   | Tercio Central        | 44.15 kg/cm <sup>2</sup> |
| V-3 y V-4 | Aditivo de Chapas metálicas | 10 %                | Tercio Central        | 48.70 kg/cm <sup>2</sup> |
| V-5 y V-6 | Aditivo de Chapas metálicas | 20 %                | Tercio Central        | 53.10 kg/cm <sup>2</sup> |
| V-7 y V-8 | Aditivo de Chapas metálicas | 30 %                | Tercio Central        | 56.45 kg/cm <sup>2</sup> |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se aprecian los esfuerzos a flexión en unidades de Kg/Cm<sup>2</sup>, obtenido de la división entre la carga y el área. Se aprecia una variación entre las probetas con tapas metálicas y la muestra patrón (la dosificación en cada caso)

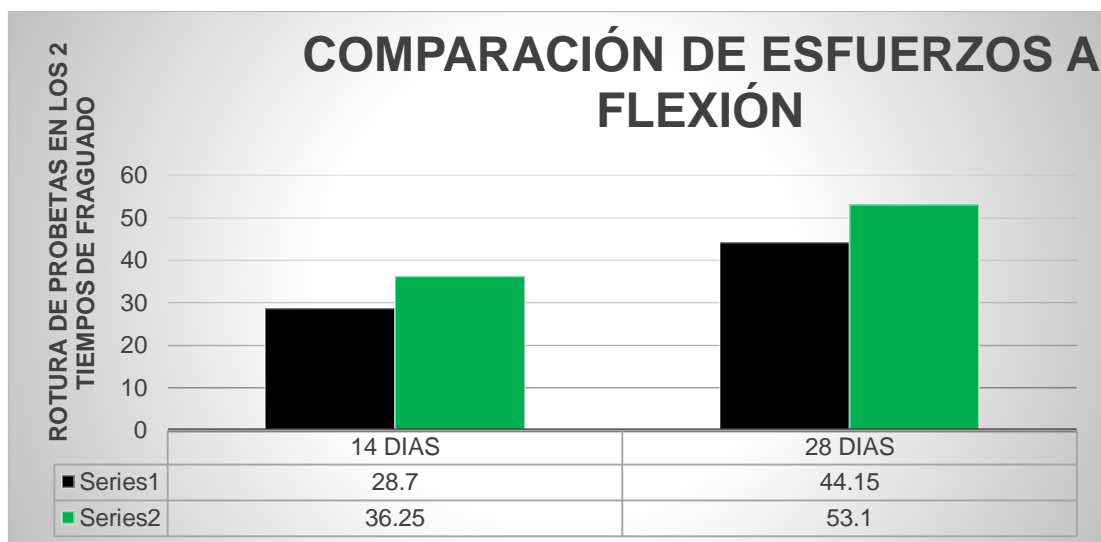
**Gráficos estadísticos a flexión de vigas en KN/CM<sup>2</sup>**



*Figura 69.* Esfuerzo a flexión en kg/cm<sup>2</sup>

En esta figura se aprecia el esfuerzo a flexión más bajo en las probetas del primer caso destacando también que eran las probetas de diseño de mezcla patrón, mientras que la briqueta o viga (V5-V6) y (V7-V8) son mayores con los valores 53.10 y 56.45 kg/cm<sup>2</sup>

**Gráficos estadísticos a compresión axial de probetas en KN/CM<sup>2</sup>**



*Figura 70.* Comparación de esfuerzos a flexión

En esta figura se aprecia el esfuerzo a flexión de la muestra patrón con un diseño de mezcla común de color negro se resalta y la segunda barra de color verde la muestra con aditivo de tapas metálicas con mejor dosificación se ve claramente que el aditivo aumenta la resistencia ante una carga máxima aplicada.

### Resultados del Desplazamiento Lateral

**Tabla 29.** Descripción del Desplazamiento lateral en dirección X

| Dirección    | E-0.30 (%) | Distorsión en dirección X (cm) | Descripción                    | Distorsión en dirección X (%) |
|--------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Distorsión A | Máx. 0.70  | 0.0011365                      | Muestra patrón                 | 0.680                         |
| Distorsión B | Máx. 0.70  | 0.0008785                      | Con Aditivo de tapas metálicas | 0.527                         |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se aprecia las distorsiones de ambas muestras el patrón y la que obtuvo mejor desempeño con las tapas metálicas la del 20% de aditivo reciclado en el cual su desplazamiento lateral de la distorsión B es menor manteniendo una superioridad aceptable en la dirección X dónde el sismo se desempeña.

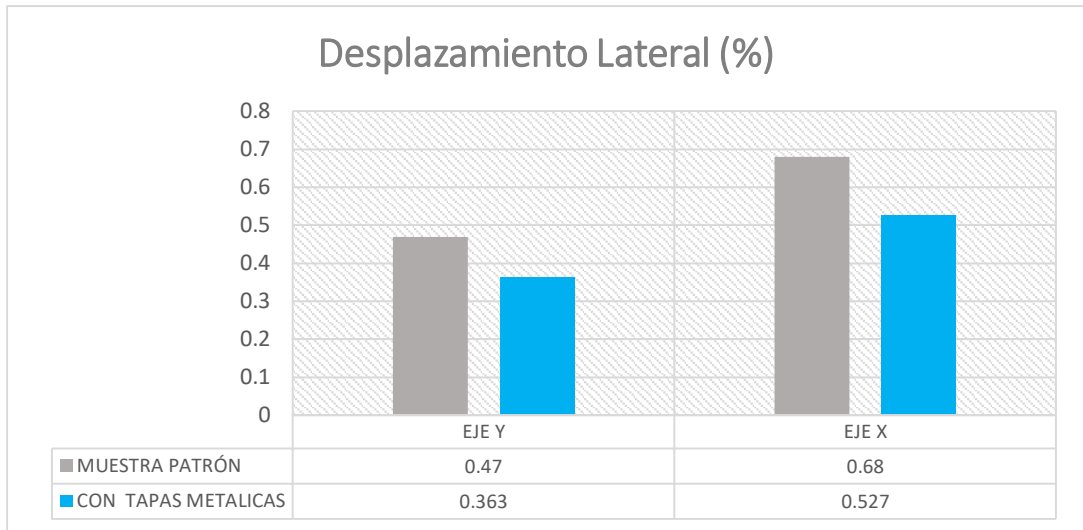
**Tabla 30.** Descripción del Desplazamiento lateral en dirección Y

| Dirección    | E-0.30 (%) | Distorsión en dirección Y (cm) | Descripción                    | Distorsión en dirección Y (%) |
|--------------|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Distorsión A | Máx 0.70   | 0.000781                       | Muestra patrón                 | 0.470                         |
| Distorsión B | Máx 0.70   | 0.000605                       | Con Aditivo de tapas metálicas | 0.363                         |

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se aprecia las distorsiones de ambas muestras la patrón y la que obtuvo mejor desempeño con las tapas metálicas la del 20% de aditivo reciclado

en el cual su desplazamiento lateral de la distorsión B es menor manteniendo una superioridad aceptable en la dirección Y dónde el sismo se desempeña.

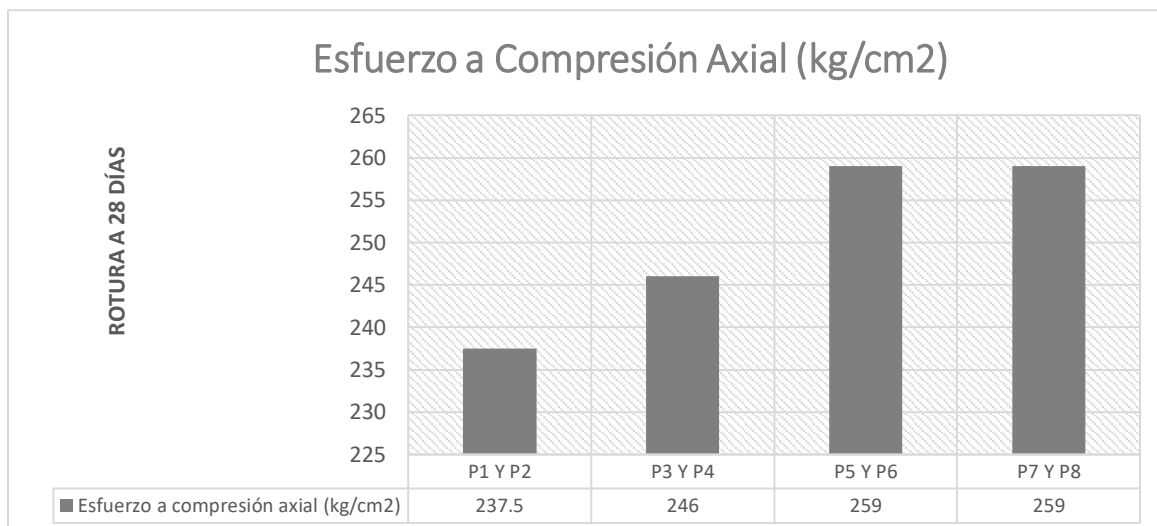


*Figura 71. Comparación lateral de distorsiones A y B*

En esta figura de resumen se aprecia las distorsiones tanto en la dirección A y B en lo cual la distorsión B es menor en ambas direcciones con un 0.1 % de diferencia en ambos haciendo estos a la misma forma respetar la norma y ser menor a 0.7 % que indica para concreto mencionado en la figura atrás del mismo capítulo.

## V. DISCUSIÓN

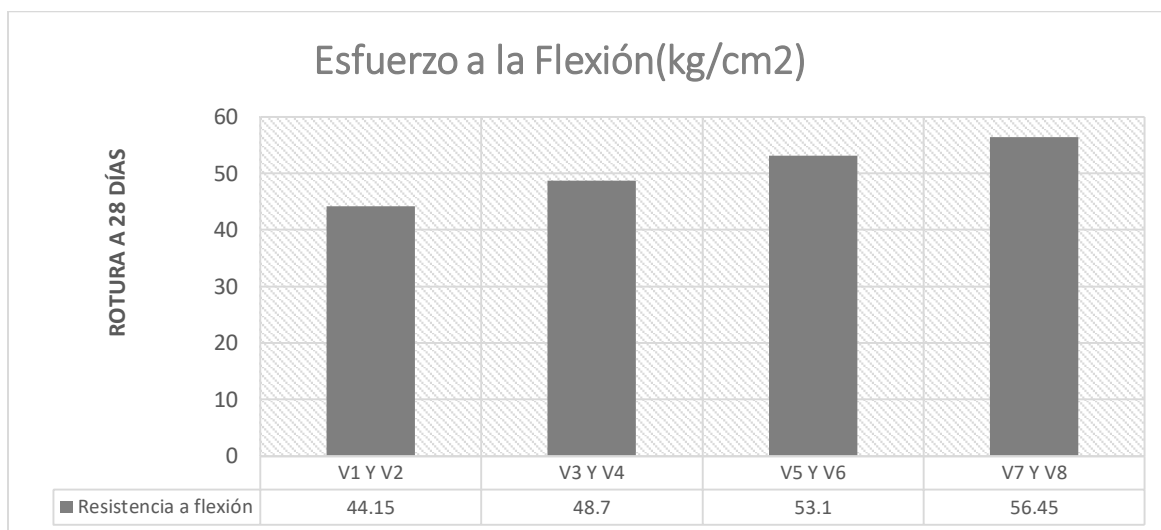
Según la investigación Análisis de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto sustituyendo un 50% del agregado grueso por residuos de cilindros de concreto por López de Venezuela publicado en el año 2013 obteniendo los siguientes resultados de la mezcla de concreto modificado ensayadas a los 28 días de fraguado y luego en su posterior rotura siendo la modificada un 267 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo a compresión axial mientras que la convencional un 260 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo a compresión siendo superior la probeta modificada esto se logra a través de residuos de los botaderos de basura pudiendo ser aprovechados en las construcciones de obras civiles así lo menciona López por lo contrario pero no alejándose de la mecánica o el objetivo trazado que es el de aprovechar el material reciclado como desechos sólidos en la presente tesis de investigación para optar el grado de ingeniero civil se utilizó como material de aditivo tapas metálicas tipo corona reciclado para aumentar las propiedades del concreto en el esfuerzo a compresión axial dándose los siguientes resultados en la muestra convencional o patrón de la misma forma en 28 días cabe mencionar mismo tiempo que el antecedente que se está mencionando se obtuvo 237.5 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con el aditivo reciclado se obtuvo un 260 kg/cm<sup>2</sup> ante la carga ejercida por la prensa hidráulica con esto se puede afirmar que el aditivo reciclado de tapas metálicas es factible en el esfuerzo a compresión axial y a la vez los resultados en este esfuerzo es mayor a la del autor López ya que sus resistencias con la sustitución de botaderos de basura fueron inferiores.



*Figura 72. Ensayo a compresión axial*

Según la investigación Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico por Rojas autor nacional publicado en el año 2015 obteniendo los siguientes resultados de la resistencia que se da en probetas y vigas en 7, 14 y 28 días que estuvo en el rango de 35  $\text{kg/cm}^2$  hasta llegar a 48  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente a vigas de concreto elaboradas en laboratorio utilizando una dosificación en porcentajes variados de vidrio triturado que fueron de 10% y 15% que funcionará como aditivo en el concreto teniendo en cuenta que en los agregados fueron justificados con el estudio de mecánica de suelos, estudios granulométricos según la norma técnica peruana 400.037 considerando así mismo la trabajabilidad en el ensayo de slump así lo menciona Rojas por lo contrario pero manteniendo la mecánica del objetivo al que se quiere llegar se utilizó en la presente investigación de tesis el material reciclado de tapas metálicas tipo corona reciclado similar al de los vidrios triturados presentados por Rojas con la finalidad de aumentar la resistencia del concreto ante la fuerza aplicada a flexión o también denominado flexo-tracción dándose los siguientes resultados numéricos: en la muestra patrón o convencional en un periodo de 28 días obtuvo un 44.15  $\text{kg/cm}^2$  mientras que la muestra con aditivo reciclado de tapas metálicas tipo corona se obtuvo un 56.45  $\text{kg/cm}^2$  ante la aplicación de una fuerza a flexión generándose la curvatura elástica y posteriormente la rotura con esto se puede afirmar que el aditivo reciclado de tapas metálicas es factible en el

esfuerzo de flexión y los resultados se mantienen aceptables en el rango coincidentes a lo del autor Rojas.

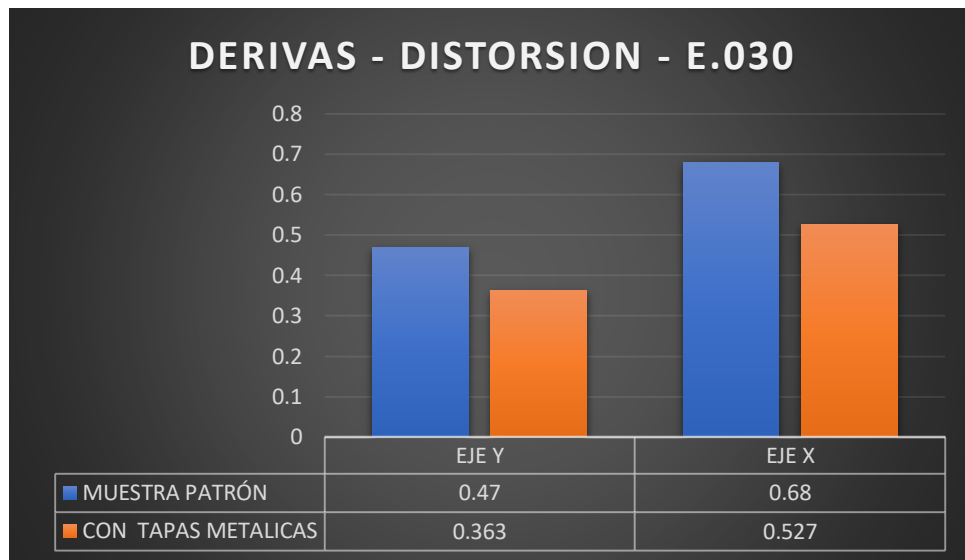


*Figura 73. Ensayo a tracción diagonal*

Según la investigación Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto por el autor nacional Ccopa publicado en el año 2017 obteniendo los siguientes resultados de la dosificación del nanotecnológico del grafeno de lo cual su diseño y evaluación de sus derivas se dio en SAP 2000 obteniendo resultados de la muestra convencional de 0.00070cm y la muestra con el aditivo nanotecnológico de grafeno un 0.0060 cm ambos en la dirección X, y en la dirección Y en la muestra patrón de 0.0050 cm y la de con aditivo de grafeno un 0.0045 cm. Por lo contrario pero manteniendo la mecánica del objetivo al que se quiere llegar se utilizó en la presente investigación de tesis el material reciclado de tapas metálicas tipo corona reciclado similar al de los grafeno como aditivo nanotecnológico con la finalidad de disminuir las derivas considerablemente, los resultados fueron los siguientes: en la dirección X como muestra patrón un 0.00680 y como el aditivo reciclado un 0.00527, por otro lado en la dirección Y se obtuvo en la muestra patrón un 0,0047 y con el aditivo reciclado de tapas metálicas un 0.00363 cm ambos tanto en dirección X y Y cumplen con la normativa de derivas de la norma E-030 que máximo debe tener un desplazamiento lateral (distorsión o derivas) de 0.00700 en porcentaje 0.7% con esto se afirma que el aditivo reciclado de tapas metálicas es factible en el concreto de pórticos analizados por que disminuye las derivas en un porcentaje considerable según las tablas y gráficos estadísticos



anteriores y mantiene un rango similar al análisis en SAP2000 de Ccopa aunque con un mejor desempeño en el análisis dinámico modelado en ETABS.



*Figura 74. Distorsión – Derivas*

## VI. CONCLUSIONES

1. De los resultados obtenidos se ha determinado los efectos de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a compresión de las siguientes muestras: En el fraguado último de 28 días la segunda muestra con aditivo reciclado de tapas metálicas con una dosificación de 10% obtuvo un 246.00 kg/cm<sup>2</sup>, la tercera muestra de una dosificación de 20 % obtuvo un 259.00 kg/cm<sup>2</sup> y la cuarta muestra con una dosificación de 30 % obtuvo un 259.00 kg/cm<sup>2</sup> siendo los dos últimos valores similares según la tabla 24, por ende se deduce coger la muestra 3 ya que su similitud en el esfuerzo a compresión es válido y se toma por tener una dosificación menor y posee a su vez un esfuerzo a la compresión axial considerable. Así mismo en la figura 25 donde se ven las 4 barras de compresión el que posee menor resistencia es la que no tiene aditivo reciclado con un 237.50 kg/cm<sup>2</sup> destacando la superioridad de las tapas recicladas en el concreto.

2. De los hallazgos obtenidos se ha determinado la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a flexión de las siguientes muestras de briquetas o vigas de ensayo: En el fraguado último de 28 días la segunda muestra con aditivo reciclado de tapas metálicas con una dosificación de 10 % obtuvo un 48.70 kg/cm<sup>2</sup>, la tercera muestra de una dosificación de 20 % obtuvo un 53.10 kg/cm<sup>2</sup> y la cuarta muestra con una dosificación de 30 % obtuvo un 56.45 kg/cm<sup>2</sup> siendo los dos últimos valores similares según la tabla 28 cabe mencionar que la ubicación de las fallas de todas las muestras a ensayarse a flexión su lugar de rotura o falla se dio en el tercio central, de la misma forma se deduce a tomar la muestra 3 por la similitud a la resistencia de la última y por la dosificación menor del aditivo y aun así tener una alta resistencia a la flexión aceptable. Así mismo en la figura 28 donde se denota las 4 barras del gráfico a flexión el que posee menor resistencia es la que no tiene tapas recicladas con un 44.15 kg/cm<sup>2</sup> destacando la superioridad y mejoramiento de las tapas metálicas recicladas en reemplazo de un porcentaje del agregado grueso en el concreto evaluado (diseño de mezcla), además se destaca por resistir una carga máxima ante una prensa hidráulica.

3. De los resultados obtenidos la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado en pórticos de concreto si genera resultados en los desplazamientos

laterales (distorsión o derivas) se tienen las siguientes distorsiones en ambas direcciones de sismo: en la dirección X la muestra con aditivo reciclado de tapas metálicas tipo corona de dosificación más aceptable por los criterios establecidos previamente se obtuvo un 0.527 % mientras que la distorsión de la muestra patrón (sin tapas metálicas recicladas) obtuvo un 0.680 %, en la dirección Y la muestra con aditivo reciclado de tapas metálicas tipo corona se obtuvo un 0.363 % mientras que la distorsión de la muestra patrón (sin tapas metálicas recicladas) obtuvo un 0.470 % esto se ve reflejado en las tablas anteriores de distorsiones respectivamente para cada dirección, se concluye que el concreto en pórticos si disminuye las derivas por el aditivo reciclado de tapas metálicas tipo corona (adherentes en el diseño de mezcla) ante una fuerza dinámica visualizado en la figura estadística de resumen de distorsión.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda la perforación con un pequeño taladro con una broca en el aditivo reciclado de tapas metálicas tipo corona para que ello le puede dar más adherencia de las partículas del agregado y el cemento en el diseño de mezcla y el fraguado tenga mayor consistencia.

Se debe tener en cuenta que el máximo de derivas o distorsiones en un modelamiento de Etabs y posteriormente en un análisis dinámico no deben superar. El 0.007 cm o 0.7 % de la normativa de derivas en el E-0.30 del RNE, para que en ello no haya riesgo de colapso o te de un tiempo suficiente de evacuación

Si las muestras son similares en los resultados de los ensayos a compresión axial y flexión o también denominado flexo-tracción ese recomienda tomar para la evaluación de distorsión la de menor dosificación por el tema de gasto o mayor producción de concreto con aditivo reciclado para un gran sector de pórticos en una zona de economía baja.

Se recomienda que la calicata sea como mínimo un 1 metro y medio de excavación para obtener buenos resultados de las propiedades del suelo y posteriormente obtener un perfil estratigráfico aceptable de los tipos de suelos o sales minerales o incluso encontrarnos con una capa freática.

## REFERENCIAS

- ABANTO, Flavio. 2017. *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima : San Marcos, 2017. 978-612-315-410-3.
- BASTAR, Gomez. 2012. *martin*. lima : san marcos, 2012. 121-128-589-369-9.
- BERAR Rivero. 2008. *metodología cuantitativa y cualitativa*. lima : santa monica, 2008. 859-632-258-286-6.
- BERNAL Patrosqui. 2011. *metodología*. bogota : santa fe, 2011. 546-789-123-4566.
- BLANCO, Alejandro. 2017. *Diseño de mezcla experimental de concreto con sustitución del agregado grueso por tapas corona*. venezuela : s.n., 2017.
- BORGA Muja. 2012. *aplicación metodológica*. lima : luana, 2012. 589-962-895-654-1.
- BORJA, Manuel. 2012. *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Lima, Chiclayo : s.n., 2012.
- CASTILLO Gómez, Diana. 2015. *evaluación de la asociación entre propiedades edáficas, hongos, solubilizadores de fosfato, hongos formadores de micorriza arbuscular y el contenido nutricional en plantas de banano*. Bogota : s.n., 2015.
- castillo, flavio abanto. 1995. *tecnología de concreto*. lima : san marcos, 1995.
- CCOPA, Heber. 2017. *Efecto del grafeno como aditivo nanotecnológico en la resistencia del concreto*. Puno : s.n., 2017.
- CERVECERA Punes, Adolfo. 2003. *La hojalata y sus aplicaciones*. Buenos Aires : Sentus, 2003.
- CONCRETO Ecológico a Partir de Material PET, Vidrio y Tapas de Bebidas Refrescantes y Alcohólicas*. chacon, M. y fabian, W. 2016. 2016, pág. 9.
- CULCASI, Jose, Elsner, Cecilia y Di Sarli, Alejandro. 2010. *Hojalata: Evaluación de su Comportamiento frente a la Corrosión en Medios Acuáticos*. La Plata, Argentina : Informacion Tecnologica, 2010.
- CULCASIA DINO, Angelica. 2010. *Evaluación de Materiales reciclados con impacto en la ingeniería*. Bogota : Santa Fe, 2010.
- DE LA CRUZ Quispe. 2014. *Diseño de mezcla de  $f'c = 210$* . Lima : San Marcos, 2014.
- GOMEZ Bastar. 2012. *aplicaciones metodológicas*. lima : suarez, 2012. 529-852-741-963-3.
- HERNANDEZ Sampieri. 2014. *metodología de la investigación*. lima : san marcos, 2014. 526-968-984-589-5.
- HERNANDEZ Sampieri, fernandez vilma y baptista tolmoz. 2014. *metodología de la investigación tecnológica*. lima : san ignacio, 2014. 896-654-589-963-3.

LÓPEZ, Andres. 2013. *Análisis de la resistencia a la compresión en mezcla de concreto sustituyendo un 50% del agregado grueso por residuos de cilindros de concreto*. Venezuela : s.n., 2013.

MONJE Álvarez. 2012. *metodología aplicada en la investigación*. Lima : santa rosa, 2012. 758-985-963-145-1.

NORMA Técnica Peruana. 2006. *ntp 339.088*. Lima : san marcos, 2006.

REYNA, Cesar. 2016. *Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. Trujillo : s.n., 2016.

RIVVA Lopez, Enrique. 2000. *Diseño de Mezclas*. Lima : Hozlo S.CR.L., 2000.

ROJAS, Jose Frank. 2015. *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*. Trujillo : s.n., 2015.

SANCHEZ De Guzman, Diego. 2001. *Tecnología del concreto y mortero*. Colombia : Cargraphics, 2001. 958-9247-04-0.

TAMAYO Tamayo , Ruben. 2003. *Diseño de Investigación*. Bogota : Santa Fe, 2003. 123-589-785-154-6.

YAGUE Moli, Durand. 2007. *El Reciclado y su impacto en la ingeniería civil*. Bogota : Santo Domingo, 2007.

yjgyiyg.

ZEMULZE Díaz, Ernesto. 1995. *Naturaleza y Materiales del concreto*. Lima : ACI, 1995.

## **Normas**

ACI Committee. (2005). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318-05) y (ACI 318R-05)*. American Concrete Institute.

ASTM C39/C39M.(2014).*Método De Prueba Estándar Para Resistencia A La Compresión De Los Especímenes Cilíndricos De Concreto*. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.

ASTM C 78/C78M-02. (2002).*Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading)*. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.

NTP 400.037. (2002). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)*.

NTP 339.047. (2006). *HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados.*

NTP\_400.012. (2002). *Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global.*  
*Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.*

NTP\_400.021. (2002). *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso.* Lima, Perú: Norma Técnica Peruana

## **ANEXOS**





## Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, David Poma Cristiam Jesus, egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulado:

"Evaluación Estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2018", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 15 de Julio de 2020

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Apellidos y Nombres del Autor |   |
| David Poma Cristiam Jesus     |   |
| DNI:<br>47246255              | Firma<br> |
| ORCID:<br>0000-0002-9892-6367 |   |

## ANEXO 2



### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

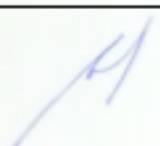
Yo, Jose Luis Benites Zuñiga docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, asesor de Tesis titulada:

“Evaluación Estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2018” del autor David Poma Cristiam Jesus, constato que la investigación tiene un índice de similitud de N° 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Lima, 15 de Julio de 2020

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Apellidos y Nombres del Asesor: |   |
| Benites Zuñiga Jose Luis        |   |
| DNI<br>42414842                 | Firma  |
| ORCID<br>0000-0003-4459-494X    |   |

**ANEXO 3**

**Matriz de Consistencia:** “Evaluación Estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2018”

| PROBLEMAS  | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | VARIABLE  | DIMENSIONES           | INDICADORES                | INSTRUMENTOS  | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN   |
|--|--|--|---|-----------------------|----------------------------|---|--|
| General  | General  | General  | Variable Independiente                          |                       |                            |   |  |
| ¿En qué medida favorece las tapas metálicas tipo corona reciclado para el comportamiento estructural en pórticos, Lima, 2018?      | Evaluar la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado para el comportamiento estructural en pórticos, Lima, 2018.         | La evaluación de las tapas metálicas tipo corona reciclado favorece significativamente para el comportamiento estructural en pórticos, Lima, 2018. | <b>TAPAS METÁLICAS REICLADAS</b>                | PROPIEDADES FÍSICAS   | 10 % DE MATERIAL ADHERENTE | Diseño de Mezcla ACI (Normativa)  | Método: Científico<br><br>Tipo: Aplicativa<br><br>Nivel: Explicativa<br><br>Diseño: Experimental<br><br>Cuantitativo<br><br>Población: El total de probetas realizadas en laboratorio<br><br>Muestra: Una de cada propiedad mecánica en su respectiva edad<br><br>Técnica: Observación Directa<br><br>Instrumento: Ficha de recolección de datos |
|  |  |  |   |                       | 20 % DE MATERIAL ADHERENTE | Diseño de Mezcla ACI (Normativa)  |  |
|  |  |  |   |                       | 30 % DE MATERIAL ADHERENTE | Diseño de Mezcla ACI (Normativa)  |  |
| Específicos  | Específicos  | Específicos  | Variable dependiente                            |                       |                            |   |  |
| ¿Qué efectos produce las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018? | Determinar los efectos de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018 | Las tapas metálicas tipo corona reciclado producen efectos significativos en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018       | <b>COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO</b> | PROPIEDADES MECÁNICAS | ESFUERZO A COMPRESIÓN      | Ensayo a tracción o compresión axial de testigos E-0.60 Concreto Armado | Instrumento: Ficha de recolección de datos   |
| ¿Cuáles son los resultados de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a flexión en pórticos, Lima, 2018?          | Determinar los resultados de las tapas metálicas tipo corona reciclado en el esfuerzo a flexión en pórticos, Lima, 2018                | Las tapas metálicas tipo corona reciclado producen efectos significativos en el esfuerzo a compresión del concreto en pórticos de Lima, 2018       |   |                       | ESFUERZO A FLEXIÓN         | Ensayo a flexión de testigos E-0.60 Concreto Armado                     |  |
| ¿Cómo influye las tapas metálicas tipo corona reciclado en los desplazamientos laterales en pórticos, Lima, 2018?                  | Determinar la influencia de las tapas metálicas tipo corona reciclado en los desplazamientos laterales en pórticos de Lima, 2018       | Las tapas metálicas tipo corona reciclado influyen significativamente en los desplazamientos laterales en pórticos de Lima, 2018                   |   |                       | DESPLAZAMIENTO LATERAL     | Software ETABS E-0.20 Cargas E-0.30 Sismo Resistente                    |  |

**a. Variable Independiente:** Tapas metálicas tipo corona reciclado

| Variable de Estudio                                 | Definición conceptual  | Definición Operacional  | Dimensión                         | Indicadores                       | Escala de Medición |
|---|--|---|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| <p><b>Tapas metálicas tipo corona reciclado</b></p> | <p>“Es una tapa metálica de hojalata estaño o cromada, en forma de disco con falda corrugada, para envases de vidrio con corona de cierre” concluye Yague, (2007, p.6)</p> | <p>Las tapas de bebidas alcohólicas y refrescante en el concreto será estudiado a través de sus características y formas en tres tipos de muestras, la primera con las tapas dobladas en su totalidad, la segunda con las tapas dobladas semidobladas y la última sin doblar concluye Chacón &amp; Fabián (2016, p.8)</p> | <p><b>Propiedades físicas</b></p> | <p>10 % de material Adherente</p> | <p>razón</p>       |
|   |  |   |                                   | <p>20 % de material Adherente</p> | <p>razón</p>       |
|   |  |   |                                   | <p>30 % de material Adherente</p> | <p>razón</p>       |

**b. Variable dependiente:** Comportamiento estructural en pórticos

| Variable de Estudio                      | Definición conceptual   | Definición Operacional  | Dimensión                           | Indicadores                   | Escala de Medición |
|--|---|---|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| <p><b>Comportamiento estructural</b></p> | <p>“Es la evaluación de elementos que van a resistir cargas, y en conjunto van a tratar de colaborar entre todos para resistir cargas tanto de gravedad como de sismo, manteniendo siempre el equilibrio en toda la estructura en la que se evalúa” concluye Delgado Contreras (2016, p.22)</p> | <p>El comportamiento estructural de un muro de tapial se evaluará con ensayos a compresión, de corte con respecto a su estructuración basándose en la norma E-060 de concreto armado y la normativa del ACI y a la vez en cuenta la E-0.30 de sismo resistente.</p> | <p><b>Propiedades Mecánicas</b></p> | <p>Esfuerzo a Compresión</p>  | <p>razón</p>       |
|  |   |   |                                     | <p>Esfuerzo a Flexión</p>     | <p>razón</p>       |
|  |   |   |                                     | <p>Desplazamiento Lateral</p> | <p>razón</p>       |

## ANEXO 4

The screenshot shows a Gmail interface on a desktop browser. The browser's address bar displays the URL: `mail.google.com/mail/u/0/#inbox/QgrcJHsbdwFVNrBcBktHDhWBFKSwpnbmLHg`. The Gmail header includes the search bar with the text "Buscar correo" and navigation icons. The left sidebar shows the "Recibidos" (Inbox) folder with 1,311 items, along with sections for "Meet" and "Chat".

The main content area displays an email titled "Revisión de Instrumento de recolección de datos DPI" (Received). The email is from Jose Luis Benites Zuñiga, dated Wednesday, July 7, 2021, at 0:14. The body of the email contains the following text:

**Estimado (a). Cristiam Jesus David Poma**

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado "Evaluación Estructural de un pó..."

**JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA** mar., 7 jul. 0:14 (hace 4 días)


**JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA** para mí mar., 7 jul. 0:15 (hace 4 días)

**Estimado (a). Cristiam Jesus David Poma**


Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu DPI titulado "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en s.j.l., lima, 2018" , doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.


**Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga**  
Ingeniero Civil  
CIP 126769




|   |   |                        |                       |                        |
|---|---|------------------------|-----------------------|------------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |   | FICHA TÉCNICA          |                       | FACULTAD DE INGENIERÍA |
| PROYECTO  | EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UN PÓRTIKO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE TAPAS METÁLICAS REUTILIZADAS EN S.J.L, LIMA, 2018 |                        |                       |                        |
| TESISTA   | DAVID POMA CRISTIAN JESUS   |                        |                       |                        |
| ASESOR  | MGI. ING. JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA  |                        |                       |                        |
| INFORMACIÓN GENERAL   |   |                        |                       |                        |
| UBICACIÓN   | DEPARTAMENTO  | LIMA                   |                       |                        |
|   | DISTRITO  | SAN JUAN DE LURIGANCHO |                       |                        |
|   | PROVINCIA   | LIMA                   |                       |                        |
| Variable Independiente  | Dimensión   | Indicadores            | Datos                 |                        |
| COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL  | PROPIEDADES MECANICAS   | ESFUERZO A COMPRESIÓN  | CARGA MÁXIMA          | 0.9                    |
|   |   |                        | VOLUMEN DE PROBETA    | 0.9                    |
|   |   | ESFUERZO A FLEXIÓN     | CARGA MÁXIMA          | 0.9                    |
|   |   |                        | VOLUMEN DE VIGUETA    | 0.9                    |
|   |   | DESPLAZAMIENTO LATERAL | MÓDULO DE ELASTICIDAD | 0.9                    |
|   |   |                        | DEFORMACION           | 0.9                    |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL  |   |                        |                       |                        |
| OBSERVACIONES   |   |                        |                       |                        |
| CARRERA PROFESIONAL   | INGENIERO CIVIL   |                        |                       |                        |
| INSTITUCIÓN   | CGM soluciones inmobiliarias  |                        |                       |                        |
| CARGO   | Ing. Supervisor   |                        |                       |                        |
| CTP   | 242838  |                        |                       |                        |
| FECHA   | 06/07/20  |                        |                       |                        |
| TELÉFONO  | 983952832   |                        |                       |                        |
| CORREO  | alfredo26ing@gmail.com  |                        |                       |                        |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN  |   |                        |                       | 0.9                    |

  
 Alfredo Guadalupe Chacon  
 Ing. Civil  
 CIP: 242838  
 DNI: 45852471

|   |  |                            |                      |                        |
|---|--|----------------------------|----------------------|------------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |  | FICHA TÉCNICA              |                      | FACULTAD DE INGENIERÍA |
| PROYECTO  | EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UN PÓRICO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE TAPAS METÁLICAS RECICLADAS EN S.J.L, LIMA, 2018 |                            |                      |                        |
| TESISTA   | DAVID POMA, CRISTIAN JESUS   |                            |                      |                        |
| ASESOR  | MG. ING. JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA  |                            |                      |                        |
| INFORMACIÓN GENERAL   |  |                            |                      |                        |
| UBICACIÓN   | DEPARTAMENTO   | LIMA                       |                      |                        |
|   | DISTRITO   | SAN JUAN DE LURIGANCHO     |                      |                        |
|   | PROVINCIA  | LIMA                       |                      |                        |
| Variable Independiente  | Dimensión  | Indicadores                | Datos                |                        |
| TAPAS METÁLICAS RECICLADAS  | PROIEDADES FÍSICAS   | 10 % DE MATERIAL ADHERENTE | Cantidad de Muestras | 0.9                    |
|   |  |                            | Dosificación         | 0.9                    |
|   |  | 20 % DE MATERIAL ADHERENTE | Cantidad de Muestras | 0.9                    |
|   |  |                            | Dosificación         | 0.9                    |
|   |  | 30 % DE MATERIAL ADHERENTE | Cantidad de Muestras | 0.9                    |
|   |  |                            | Dosificación         | 0.9                    |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL  |  |                            |                      |                        |
| OBSERVACIONES   |  |                            |                      |                        |
| CARRERA PROFESIONAL   | INGENIERO Civil  |                            |                      |                        |
| INSTITUCIÓN   | CGM soluciones inmobiliarias   |                            |                      |                        |
| CARGO   | Ing. Supervisor  |                            |                      |                        |
| CIP   | 242838   |                            |                      |                        |
| FECHA   | 06/07/20   |                            |                      |                        |
| TELÉFONO  | 983452832  |                            |                      |                        |
| CORREO  | alfredo261ng@gmail.com   |                            |                      |                        |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN  |  |                            |                      | 0.9                    |


  
 Alfredo Guadalupe Chacon  
 Ing Civil.  
 CIP: 242838  
 DNI: 45852471



|   |   |                          |                       |                        |
|---|---|--------------------------|-----------------------|------------------------|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |   | FICHA TÉCNICA            |                       | FACULTAD DE INGENIERÍA |
| PROYECTO  | EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UN PÓRTECO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE TAPAS METÁLICAS RECICLADAS EN S.J.L, LIMA, 2018 |                          |                       |                        |
| TESISTA   | DAVID POMA, CRISTIAM JESÚS  |                          |                       |                        |
| ASESOR  | MG. ING. JOSE LUIS BENTTES ZUÑIGA   |                          |                       |                        |
| INFORMACIÓN GENERAL   |   |                          |                       |                        |
| UBICACIÓN   | DEPARTAMENTO  | LIMA                     |                       |                        |
|   | DISTRITO  | SAN JUAN DE LURIBAGANCHO |                       |                        |
|   | PROVINCIA   | LIMA                     |                       |                        |
| Variable Independiente  | Dimensión   | Indicadores              | Datos                 |                        |
| COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL  | PROPIEDADES MECÁNICAS   | ESFUERZO A COMPRESIÓN    | CARGA MÁXIMA          | 0.9                    |
|   |   |                          | VOLUMÉN DE PROBETA    | 0.9                    |
|   |   | ESFUERZO A FLEXIÓN       | CARGA MÁXIMA          | 0.9                    |
|   |   |                          | VOLUMEN DE VIGUETA    | 0.9                    |
|   |   | DESPLAZAMIENTO LATERAL   | MÓDULO DE ELASTICIDAD | 0.9                    |
|   |   |                          | DEFORMACIÓN           | 0.9                    |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL  |   |                          |                       |                        |
| OBSERVACIONES   |   |                          |                       |                        |
| CARRERA PROFESIONAL   | INGENIERO CIVIL   |                          |                       |                        |
| INSTITUCIÓN   | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COMAS  |                          |                       |                        |
| CARGO   | INSPECTOR OCULAR DE ESTRUCTURAS   |                          |                       |                        |
| CTP   | 238713  |                          |                       |                        |
| FECHA   | 06/07/2020  |                          |                       |                        |
| TELÉFONO  | 960 192 9 17  |                          |                       |                        |
| CORREO  | alexis.rmc18.3@gmail.com  |                          |                       |                        |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN  |   |                          |                       | 0.9                    |

**R. Alexis Miranda Rucoba**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR. N° 238713

|   |   |                            |                      |                        |     |
|---|---|----------------------------|----------------------|------------------------|-----|
|  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO |   | FICHA TÉCNICA              |                      | FACULTAD DE INGENIERÍA |     |
| PROYECTO  | EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UN PÓRTICO DE CONCRETO CON ADICIÓN DE TAPAS METÁLICAS RECLADAS EN S.J.L. LIMA, 2018 |                            |                      |                        |     |
| TESISTA   | DAVID POMA, CRISTIÁN JESÚS  |                            |                      |                        |     |
| ASESOR  | MG. ING. JOSÉ LUIS BENTES ZUÑIGA  |                            |                      |                        |     |
| INFORMACIÓN GENERAL   |   |                            |                      |                        |     |
| UBICACIÓN   | DEPARTAMENTO  | LIMA                       |                      |                        |     |
|   | DISTRITO  | SAN JUAN DE LURIGANCHO     |                      |                        |     |
|   | PROVINCIA   | LIMA                       |                      |                        |     |
| Variable Independiente  | Dimensión   | Indicadores                | Datos                |                        |     |
| TAPAS METÁLICAS RECLADAS  | PROPIEDADES FÍSICAS   | 10 % DE MATERIAL ADHERENTE | Cantidad de Muestras | 0.9                    |     |
|   |   |                            | Dosificación         | 0.9                    |     |
|   |   | 20 % DE MATERIAL ADHERENTE | Cantidad de Muestras | 0.9                    |     |
|   |   |                            | Dosificación         | 0.9                    |     |
|   |   | 30 % DE MATERIAL ADHERENTE | Cantidad de Muestras | 0.9                    |     |
|   |   |                            | Dosificación         | 0.9                    |     |
| IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL  |   |                            |                      |                        |     |
| OBSERVACIONES   |   |                            |                      |                        |     |
| CARRERA PROFESIONAL   |   |                            |                      |                        |     |
| INSTITUCIÓN   |   |                            |                      |                        |     |
| CARGO   |   |                            |                      |                        |     |
| CIP   |   |                            |                      |                        |     |
| FECHA   |   |                            |                      |                        |     |
| TELÉFONO  |   |                            |                      |                        |     |
| CORREO  |   |                            |                      |                        |     |
|   |   |                            |                      | PROMEDIO DE VALIDACIÓN | 0.9 |

**R. Alexis Miranda Rucoba**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 238713**

# ANEXO 5

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document is a thesis titled "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2018". The document header includes the logo of Universidad César Vallejo and the faculty name "FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL". The author is David Poma, and the advisor is Mg<sup>3</sup>. Ing. José Luis Benites Zuñiga. The research line is "Diseño sísmico y estructural" in Lima, Perú (2020).

On the right side, a "Resumen de coincidencias" (Similarity Summary) panel shows a 24% similarity score. Below this, a list of 11 sources is provided, each with a percentage of similarity. The sources include "Entregado a Universidad...", "repositorio.ucv.edu.pe", "www.scribd.com", "repositorio.continental...", "repositorio.ucatolica.edu...", "dokumen.tips", "repositorio.usp.edu.pe", and "Entregado a Universidad...".

At the bottom of the interface, there is a status bar with "Página: 1 de 88", "Número de palabras: 17288", and "Text-only Report | High Resolution Activado". The Windows taskbar at the very bottom shows the time as 05:30 p.m. on 13/07/2020.

| Rank | Source  | Percentage |
|------|---|------------|
| 1    | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | 4 %        |
| 2    | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet         | 2 %        |
| 3    | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | 2 %        |
| 4    | www.scribd.com Fuente de Internet                 | 2 %        |
| 5    | repositorio.continental... Fuente de Internet     | 1 %        |
| 6    | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | 1 %        |
| 7    | repositorio.ucatolica.edu... Fuente de Internet   | 1 %        |
| 8    | dokumen.tips Fuente de Internet                   | 1 %        |
| 9    | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | 1 %        |
| 10   | repositorio.usp.edu.pe Fuente de Internet         | 1 %        |
| 11   | Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante | 1 %        |

## ANEXO 6

**PROPUESTA TÉCNICA -  
ECONÓMICA N° IGC20-LEM-  
107**

San Martín de Porres, 04 de mayo del 2020

Cliente : Cristian David Poma  
 Proyecto : "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto  
 con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2020"  
 Teléfono : 943 – 749 – 470  
 Validez de oferta: 30 días desde su emisión



Es grato dirigirme a usted para cotizar lo siguiente: *"Ensayos de Investigación"*

| ÍTEM             | DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO                        | NORMA (s)              | CANT | U. MED | V. UNIT   | TOTAL              |
|------------------|---|------------------------|------|--------|-----------|--------------------|
| 1                | Diseño de Mezcla                                | E-0.60 CONCRETO ARMADO | 4    | Uni    | S/ 250.00 | S/ 1000.00         |
| 2                | Rotura de probetas (Ensayo de Compresión Axial) | E-0.60 CONCRETO ARMADO | 24   | Uni    | S/ 10.00  | S/ 240.00          |
| 3                | Rotura de Briquetas (Ensayo de Flexión)         | E-0.60 CONCRETO ARMADO | 12   | Uni    | S/ 50.00  | S/ 600.00          |
| 4                | Análisis granulométrico por tamizado            | ASTM D6913/D6913M-17   | 1    | Uni    | S/ 40.00  | S/ 40.00           |
| 5                | Límites de consistencia (LL y LP)               | ASTM D4318-17e1        | 1    | Uni    | S/ 40.00  | S/ 40.00           |
| 6                | Clasificación de suelos SUCS, incluido          | ASTM D2487-17          | 1    | Uni    | S/ 40.00  | S/ 40.00           |
| <b>SUB TOTAL</b> |   |                        |      |        |           | <b>S/ 1,960.00</b> |
| <b>IGV (18%)</b> |   |                        |      |        |           | <b>S/ 0.00</b>     |
| <b>TOTAL</b>     |   |                        |      |        |           | <b>S/ 1,960.00</b> |

**PROPUESTA TÉCNICA -  
ECONÓMICA N° IGC20-LEM-  
107**

San Martín de Porres, 04 de mayo del 2020

Cliete : Cristian David Poma  
Proyecto : "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto  
con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2020"  
Teléfono : 943 – 749 – 470  
Validez de oferta : 30 días desde su emisión



|                                   |           |                 |
|-----------------------------------|-----------|-----------------|
| <b>TOTAL</b>                      | <b>S/</b> | <b>1,960.00</b> |
| <b>ADELANTO DEL 50% DEL TOTAL</b> | <b>S/</b> | <b>980.00</b>   |

**NÚMEROS DE CUENTA:**

Cuenta corriente BBVA Continental Soles: 0011-0174-0100045491-06 ( 50% )  
CCI BBVA: 011-174-000100045491-06

Cuenta de detracciones BN: 00-059-106031 ( 12% )

**FORMA DE PAGO:**

- Moneda nacional soles S/ (PEN)
- Contra entrega de informe técnico según Términos de Referencia a pago inmediato posterior a revisión

**DE LA ORDEN DE SERVICIO DEL SOLICITANTE:**

Remitir la orden de servicio o contrato a nombre de: INGENEOCONTROL S.A.C. - RUC 20602979190

**DE LAS MUESTRAS:**

Las muestras serán tomadas por personal técnico de INGENEOCONTROL, debidamente identificadas y colocadas en contenedores adecuados para su transporte a laboratorio para su posterior análisis.

**LABORATORIOS TERCERIZADOS:**

1. La presente propuesta no contempla tercerizar servicios de ensayos, todos los ensayos serán realizados en el Laboratorio de INGENEOCONTROL.

**PROPUESTA TÉCNICA -  
ECONÓMICA N° IGC20-LEM-  
107**

San Martín de Porres, 04 de mayo del 2020

Cliente : Cristian David Poma  
Proyecto : "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto  
con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2020"  
Teléfono : 943 – 749 – 470  
Validez de oferta : 30 días desde su emisión

**TIEMPO DE ENTREGA:**

Actividades de campo: 1 día, ensayos de laboratorio: 14 días, elaboración de informe: 3 días, total: **18 días útiles**

**ACLARACIONES A LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA:**

**CONDICIONES DEL  
SERVICIO**

**Generales:**

- a) A la aceptación de la presente cotización el cliente asume pleno conocimiento de los requisitos necesarios para la adecuada realización de los ensayos, en caso contrario esto será de su absoluta responsabilidad.
- b) Se considera para la ejecución del servicio la Norma de Ensayos indicada en esta cotización.
- c) La presente propuesta no incluye sistema con agua y agua para la perforación, el cliente deberá habilitar una cisterna con agua o un punto de conexión de agua potable para llenado de piscina en la zona de perforación manual con malacate de impacto.
- d) Si tiene alguna duda, queja o sugerencia referente a nuestros servicios, sírvase contactarse con nosotros al email [informes@ingeocontrol.com](mailto:informes@ingeocontrol.com)
- e) INGEOCONTROL NO se responsabiliza por los plazos incumplidos, debido a razones ajenas a nosotros, hechos fortuitos y/o de fuerza mayor.
- f) La entrega de los Informes de Ensayos físicos e Informes Técnicos se realizarán en nuestras instalaciones ubicadas en Mz. A Lote 24, Urb. Mayorazgo Naranjal 2da etapa, distrito de San Martín de Porres, Lima (Referencia: Alt. Av. El Sol de Naranjal, frente al colegio Lord Brian, buscar INGEOCONTROL en el Google Maps), salvo acuerdos con el cliente, previa cancelación del servicio y pago de la detracción.
- g) La presente propuesta no está sujeta a crédito alguno.



**PROPUESTA TÉCNICA -  
ECONÓMICA N° IGC20-LEM-  
107**

San Martín de Porres, 04 de mayo del 2020

Cliente : Cristian David Poma  
Proyecto : "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto  
con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2020"  
Teléfono : 943 – 749 – 470  
Validez de oferta: 30 días desde su emisión



- h) Para casos de controversia legal por pagos atrasados o moras incumplidas las cuales no hayan sido atendidas pasado los 30 días de facturación, el expediente crediticio será derivado a nuestro agente legal NETPAG quien se hará cargo del cobro administrativo o judicial según sea el caso siendo el solicitante quien cubra los gastos legales generados desde el inicio hasta el final del proceso e informando su estado de deudor a las centrales de riesgo y SBS.
- i) El solicitante tiene un plazo máximo de 96 horas para emitir sus observaciones al informe preliminar enviado por correo electrónico, pasado el tiempo de revisión no se admitirán cambios en el mismo el cual pasará para impresión y firmas dando como CONFORME y FINALIZADO.

**De los Ensayos en Laboratorio:**

- a) Las muestras son extraídas por el personal de INGEOCONTROL S.A.C. y remitidas al Laboratorio.
- b) Al finalizar los ensayos, los sobrantes o escombros de muestras serán eliminados por no ser representativos para un posterior análisis.
- c) El Laboratorio tendrá en custodia las contra muestras por un periodo no mayor a 15 días útiles, pasado este tiempo serán procesadas para su disposición final (eliminación). Durante este tiempo el solicitante podrá recoger sus muestras si lo cree conveniente para pruebas o análisis posteriores. El solicitante deberá indicar vías correo electrónico si desea un tiempo mayor para la custodia de las muestras.

**De los Ensayo de Campo o insitu:**

- a) Los servicios de campo se programan de la siguiente manera:
  - ✓ Para el mismo día en la tarde (inicio del servicio a partir de las 2:00 pm) - comunicación formal desde las 8:30am hasta las 11:00 am.
  - ✓ Para servicio al día siguiente comunicación formal hasta las 4:30pm del día anterior.

*Comunicación formal se refiere a escribir un email a la persona de contacto quien atendió su cotización, el cliente es responsable de confirmar la recepción de este email por parte de INGEOCONTROL.*
- b) El servicio en campo considera el SCTR, exámenes médicos, antecedentes policiales y penales, de requerir otro requisito no mencionado, deberán ser informados *con al menos 1 semana de anticipación*, para que el laboratorio cotice estos requisitos con las clínicas que el cliente prefiera.
- c) El área de estudio deberá encontrarse debidamente señalizada y libre de obstáculos que interfieran en el proceso de ensayos y muestreo, la habilitación y señalización del área de trabajo estará a cargo del solicitante.

**PROPUESTA TÉCNICA -  
ECONÓMICA N° IGC20-LEM-  
107**

San Martín de Porres, 04 de mayo del 2020

Cliente : Cristian David Poma  
Proyecto : "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto  
con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2020"  
Teléfono : 943 – 749 – 470  
Validez de oferta: 30 días desde su emisión



|          |  |
|----------|--|
| Nombre:  |  |
| Empresa: |  |
| DNI:     |  |

  
Jony C. Gutiérrez Abanto  
GERENTE GENERAL  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Realizado por: Jony C.  
Gutiérrez A.  
Representante

INGEOCONTROL S.A.C.  
Miembro del American  
Society for Testing  
Materials (ASTM)

Al firmar este documento, el cliente confirma que acepta las condiciones del servicio de INGEOCONTROL S.A.C. El presente documento deberá ser firmado y sellado por el representante legal o representante con autoridad de la empresa cliente. El documento firmado deberá ser enviado al email [jgutierrez@ingeocontrol.com](mailto:jgutierrez@ingeocontrol.com) o entregado en físico a las instalaciones de INGEOCONTROL.

Fin del documento



**CRONOGRAMA DEL  
PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN**

San Martín de Porres, 04 de mayo del 2020

Cliente : Cristian David Poma  
Proyecto : "Evaluación Estructural de un pórtico de concreto  
con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L, Lima, 2020"  
Teléfono : 943 – 749 – 470



**PAGO Y CRONOGRAMA**  
CUENTA SUELDO BBVA CONTINENTAL 0011-0486-0201365094

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN                              | FECHA                |
|------|--|----------------------|
| 1    | ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS            | 11 DE MAYO DEL 2020  |
| 2    | ELABORACIÓN DE PROBETAS Y BRIQUETAS      | 11 DE MAYO DEL 2020  |
| 3    | ROTURA DE PROBETAS A 7 DÍAS              | 18 DE MAYO DEL 2020  |
| 4    | ROTURA DE PROBETAS Y BRIQUETAS A 14 DÍAS | 22 DE MAYO DEL 2020  |
| 5    | ROTURA DE PROBETAS Y BRIQUETAS A 28 DÍAS | 03 DE JUNIO DEL 2020 |
| 6    | ENTREGA DE RESULTADOS                    | 05 DE JUNIO DEL 2020 |

ENTREGA DE CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN AL INSTANTE DEL PAGO INICIAL.

  
Jony C. Gutiérrez Abanto  
GERENTE GENERAL  
INGENIERÍA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS  
ASTM C136

|         |            |
|---------|------------|
| Código  | REPOND     |
| Versión | 01         |
| Fecha   | 07-01-2018 |
| Páginas | 1 de 1     |

Proyecto : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L. Lima 2020

Registro N°: IGC19-LEM-136-01

Solicitante : David Poma Cristian Jesús  
Atención : David Poma Cristian Jesús  
Ubicación de Proyecto : Lima  
Material : Agregado Fino

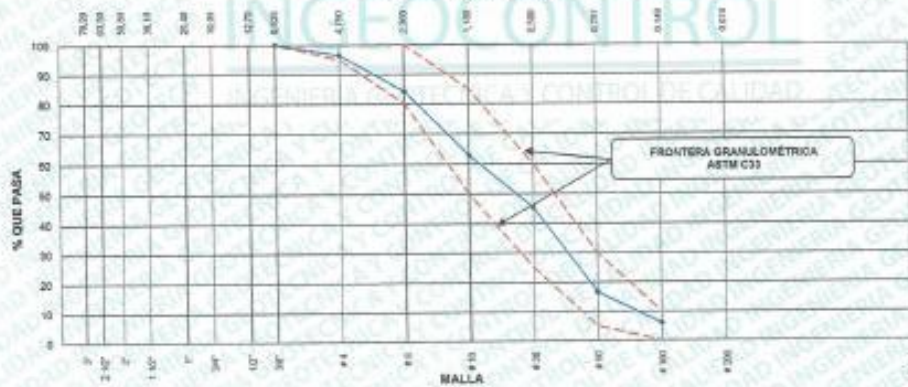
Muestreado por : Solicitante  
Ensayado por : B. Melgar  
Fecha de Ensayo : 4/5/2019  
Turno : Diurno

Código de Muestra : ---  
Procedencia : Cantera Trapiche  
N° de Muestra : ---  
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

| Malla  | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que pasa | ASTM "LIM INF" | ASTM "LIM SUP" |
|--------|-----------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------|
| 4"     | 100.00 mm       |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 3 1/2" | 90.00 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 3"     | 75.00 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 2 1/2" | 63.00 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 2"     | 50.00 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 1 1/2" | 37.50 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 1"     | 25.00 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 3/4"   | 19.00 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 1/2"   | 12.50 mm        |                    |                      |                      | 100.00         | 100.00         |
| 3/8"   | 9.50 mm         |                    |                      | 100.00               | 100.00         | 100.00         |
| # 4    | 4.75 mm         | 32.6               | 3.49                 | 96.51                | 95.00          | 100.00         |
| # 8    | 2.36 mm         | 115.8              | 12.41                | 84.10                | 80.00          | 100.00         |
| # 16   | 1.18 mm         | 198.4              | 21.26                | 62.85                | 55.00          | 85.00          |
| # 30   | 600 µm          | 163.0              | 17.46                | 54.02                | 45.38          | 60.00          |
| # 50   | 300 µm          | 266.7              | 26.79                | 83.40                | 5.00           | 30.00          |
| # 100  | 150 µm          | 98.6               | 10.56                | 93.97                | 0.00           | 10.00          |
| Fondo  | -               | 55.3               | 6.03                 | 100.00               | 0.00           | -              |
|        |                 |                    |                      |                      | MF             | 2.89           |
|        |                 |                    |                      |                      | TMN            | ---            |

CURVA GRANULOMÉTRICA



| INGENIOCONTROL S.A.C.                     |  |   |
|---|--|---|
| <p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> | <p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> | <p>COO - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> |



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS  
ASTM C136

|         |            |
|---------|------------|
| Código  | IG-FO-03   |
| Versión | 01         |
| Fecha   | 07-06-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

Proyecto : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recicladas en S.J.L. Lima 2020  
 Solicitante : David Poma Cristian Jesús  
 Atención : David Poma Cristian Jesús  
 Ubicación de Proyecto : Lima  
 Material : Agregado Grueso

Registro N°: IGC19-LEM-136-02

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : B. Melgar  
 Fecha de Ensayo : 4/5/2020  
 Turno : Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Cantera Trapiche  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 07

| ABERTURA DE TÁMICES<br>Marco de 8" de diámetro |           | Peso Retenido<br>g | % Parcial<br>Retenido | % Acumulado<br>Retenido | % Acumulado<br>que Pasa | ESPECIFICACIÓN |        |
|--|-----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Nombre   | mm        |                    |                       |                         |                         | Mínimo         | Máximo |
| 4 in   | 100.00 mm |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 3 1/2 in                                       | 90.00 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 3 in   | 75.00 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 2 1/2 in                                       | 63.00 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 2 in   | 50.00 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 1 1/2 in                                       | 37.50 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 1 in   | 25.00 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 100.00         | 100.00 |
| 3/4 in   | 19.00 mm  |                    |                       |                         | 100.00                  | 80.00          | 100.00 |
| 1/2 in   | 12.50 mm  | 3046.4             | 33.63                 | 33.63                   | 66.37                   | 50.00          | 79.00  |
| 3/8 in   | 9.50 mm   | 2268.5             | 25.04                 | 58.67                   | 41.32                   | 20.00          | 55.00  |
| No. 4  | 4.75 mm   | 1645.9             | 18.17                 | 76.84                   | 23.15                   | 0.00           | 10.00  |
| No. 8  | 2.36 mm   | 1033.8             | 11.41                 | 88.25                   | 11.74                   | 0.00           | 5.00   |
| No. 16   | 1.18 mm   | 922.5              | 10.18                 | 98.44                   | 1.56                    | 0.00           | 0.00   |
| No. 30   | 600 µm    | 123.4              | 1.36                  | 99.80                   | 0.20                    | 0.00           | 0.00   |
| No. 50   | 300 µm    |                    |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 100  | 150 µm    |                    |                       |                         |                         | 0.00           | 0.00   |
| No. 200  | 75 µm     |                    |                       |                         | 0.20                    | 0.00           | 0.00   |
| < No. 200                                      | < No. 200 | 17.7               | 0.20                  | 100.00                  | 0.00                    | -              | -      |
|  |           |                    |                       |                         |                         | MF             | 0.57   |
|  |           |                    |                       |                         |                         | TUN            | 1/2 in |



|                  |                   |                |
|------------------|-------------------|----------------|
| INGEOCONTROL SAC |                   |                |
| TECNICO LEM      | JEFE LEM          | CDC - LEM      |
|                  | Escritura y firma | Nombre y firma |





INFORME

CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS  
ASTM C566-19

|         |            |
|---------|------------|
| Versión | 01         |
| Fecha   | 30-04-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

PROYECTO : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de aspas  
médicas recicladas  
SOLICITANTE : David Poma Cristiam Jesús  
CÓDIGO DE PROYECTO : David Poma Cristiam Jesús  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

REGISTRO N°: IGC20-LEM-136-03

MUESTREADO POR : Solicitante  
ENSAYADO POR : R. Leyva  
FECHA DE ENSAYO : 7/5/2020  
TURNO : Diurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

| ITEM | DESCRIPCION                          | UND. | DATOS  | CANTERA  |
|------|--------------------------------------|------|--------|----------|
| 1    | Masa del Recipiente                  | g    | 245.8  | Trapiche |
| 2    | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g    | 2594.1 |          |
| 3    | Masa del Recipiente + muestra seca   | g    | 2584.8 |          |
| 4    | CONTENIDO DE HUMEDAD                 | %    | 0.40   |          |

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

| ITEM | DESCRIPCION                          | UND. | DATOS | CANTERA  |
|------|--------------------------------------|------|-------|----------|
| 1    | Masa del Recipiente                  | g    | 109.9 | Trapiche |
| 2    | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g    | 538.1 |          |
| 3    | Masa del Recipiente + muestra seca   | g    | 513.1 |          |
| 4    | CONTENIDO DE HUMEDAD                 | %    | 8.20  |          |

INGEOCONTROL

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

| INGEOCONTROL SAC   |   |   |
|--|---|---|
| TECNICO LEM  | JEFE LEM  | GGC - LEM   |
| Nombre y firma:<br> | Nombre y firma:<br><br>Noemi C. Sanchez Guaman<br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 | Nombre y firma:<br><br>Jony C. Gutierrez Abanto<br>GERENTE GENERAL |



INFORME

DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO  
ASTM C128-15

|         |            |
|---------|------------|
| Versión | 01         |
| Fecha   | 20-04-2016 |
| Página  | 1 de 1     |

Registro N°: IGC20-LEM-136-04

Proyecto: Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tepas volátiles recicladas en S.U.L. Lima 2020

Solicitante: David Poma Cristan Jesús

Atención: David Poma Cristan Jesús

Ubicación de Proyecto: Lima

Material: Agregado Fino

Muestreado por: Solicitante

Ensayado por: E. Melgar

Fecha de Ensayo: 06/2020

Turno: Diurno

Código de Muestra: ---

Procedencia: Cantera Trapiche

N° de Muestra: ---

Progresiva: ---

| IDENTIFICACIÓN   |                                  | 1     | 2     |       |
|--|----------------------------------|-------|-------|-------|
| A  | Peso Mat. Sat. Sup. Seco (SSS)   | 602.9 | 630.0 |       |
| B  | Peso Frasco + agua               | 672.0 | 650.9 |       |
| C  | Peso Frasco + agua + muestra SSS | 684.7 | 660.7 |       |
| D  | Peso del Mat. Seco               | 485.3 | 492.5 |       |
| P <sub>s</sub> Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)      |                                  | 2.60  | 2.59  | 2.607 |
| P <sub>w</sub> Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)      |                                  | 2.64  | 2.63  | 2.636 |
| P <sub>a</sub> Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C) |                                  | 2.71  | 2.70  | 2.704 |
| % Absorción = 100*(A-D)/D  |                                  | 1.5   | 1.5   | 1.5   |



| INGEOCONTROL SAC                          |  |   |
|---|--|---|
| <p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> | <p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> | <p>COC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> |





INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15

|         |            |
|---------|------------|
| Versión | 01         |
| Fecha   | 20-04-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

Proyecto : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L. Lima 2020  
 Solicitante : David Pomá Cristian Jesús  
 Atención : David Pomá Cristian Jesús  
 Ubicación de Proyecto : Lima  
 Material : Agregado Grueso

Registro N° : IOC25-LEM-126-05

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : J. Gutiérrez  
 Fecha de Ensayo : 5/5/2020  
 Turno : Diurno

Tipo de muestra : ---  
 Procedencia : Cantera Trapiche  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

| DATOS |                                    | A      | B      |
|-------|------------------------------------|--------|--------|
| 1     | Peso de la muestra seca            | 2680.1 | 2682.8 |
| 2     | Peso de la muestra seca sumergida  | 1662.0 | 1662.0 |
| 3     | Peso de la muestra secada al horno | 2651.0 | 2651.0 |

| RESULTADOS                    | 1     | 2     | PROMEDIO |
|-------------------------------|-------|-------|----------|
| PESO ESPECÍFICO DE MASA       | 2.604 | 2.597 | 2.600    |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S | 2.632 | 2.626 | 2.630    |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE      | 2.690 | 2.680 | 2.685    |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)   | 1.1   | 1.2   | 1.1      |



| INGEOCONTROL SAC    |   |   |
|---------------------|---|---|
| TECNICO LEM         | JEFE LEM  | COC - LEM   |
| Nombre y firma:<br> | Nombre y firma:<br><br>Noemi C. Sanchez Huaman<br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:<br><br>Jony C. Gutierrez Abanto<br>GERENTE GENERAL<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |



MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)  
Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS  
ASTM C127-15

|         |            |
|---------|------------|
| Versión | 01         |
| Fecha   | 30-04-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

Proyecto: Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas minerales recicladas en S.U., Lima 2020  
Solicitante: David Poma Cristiani Jesús  
Atención: David Poma Cristiani Jesús  
Utilización de Proyecto: Lima  
Material: Chapas metálicas

Registro N°: IOC20-LEM-158-06  
Muestreado por: Solicitante  
Ensayado por: J. Gutiérrez  
Fecha de Ensayo: 05/2020  
Turno: Diurno

Tipo de muestra: ---  
Procedencia: Reciclaje  
N° de Muestra: ---  
Progresiva: ---

| DATOS |                                    | A      | B      |
|-------|------------------------------------|--------|--------|
| 1     | Masa de la muestra ssa             | 2364.3 | 2406.3 |
| 2     | Masa de la muestra ssa sumergida   | 1327.1 | 1329.4 |
| 3     | Masa de la muestra secada al horno | 2364.3 | 2406.3 |

| RESULTADOS                    | 1     | 2     | PROMEDIO |
|-------------------------------|-------|-------|----------|
| PESO ESPECIFICO DE MASA       | 2.244 | 2.234 | 2.239    |
| PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S | 2.244 | 2.234 | 2.239    |
| PESO ESPECIFICO APARENTE      | 2.244 | 2.234 | 2.239    |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)   | 0.0   | 0.0   | 0.0      |

**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

| INGEOCONTROL SAC    |  |  |
|---------------------|--|--|
| TECNICO LEM         | JEFE LEM   | CCO - LEM  |
| Nombre y firma:<br> | Nombre y firma:<br><br>Noemí C. Sánchez Huamán<br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC | Nombre y firma:<br><br>Jony C. Gutiérrez Abanto<br>GERENTE GENERAL<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC |



|                       |  |                                      |             |
|-----------------------|--|--------------------------------------|-------------|
| Proyecto              | Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recicladas en S.L. Lima 2020 | Registro N°: <b>IGC26-LEM-136-07</b> |             |
| Solicitante           | David Poma Cristian Jesús  | Muestreado por                       | Solicitante |
| Atención              | David Poma Cristian Jesús  | Ensayado por                         | S. Mager    |
| Ubicación de Proyecto | Lima   | Fecha de Ensayo                      | 05/2020     |
| Materia               | Agregado Fino  | Turno                                | Diurno      |

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Código de Muestra | ---              |
| Procedencia       | Carrera Trapiche |
| N° de Muestra     | ---              |
| Progresiva        | ---              |

| PESO UNITARIO SUELTO                      |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACIÓN                            | 1        | 2        | PROMEDIO |
| Peso de molde (kg)                        | 3.509    | 3.509    |          |
| Volumen de molde (m <sup>3</sup> )        | 0.007056 | 0.007056 |          |
| Peso de molde + muestra suelta (kg)       | 13.113   | 13.179   |          |
| Peso de muestra suelta (kg)               | 9.604    | 9.670    |          |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> ) | 1361     | 1370     | 1366     |

| PESO UNITARIO COMPACTADO                  |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACIÓN                            | 1        | 2        | PROMEDIO |
| Peso de molde (kg)                        | 3.509    | 3.509    |          |
| Volumen de molde (m <sup>3</sup> )        | 0.007056 | 0.007056 |          |
| Peso de molde + muestra suelta (kg)       | 13.075   | 14.187   |          |
| Peso de muestra suelta (kg)               | 9.566    | 10.678   |          |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> ) | 1463     | 1510     | 1487     |



| INGEOCONTROL SAC    |  |  |
|---------------------|--|--|
| TECNICO LEM         | JEFE LEM   | COC - LEM  |
| Nombre y firma:<br> | Nombre y firma:<br><br><b>Noemi G. Sánchez Huamán</b><br><small>INGENIERA CIVIL - C.R. N° 196029</small> | Nombre y firma:<br><br><b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b><br><small>GERENTE GENERAL</small> |





**INFORME**  
**DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
**DE LOS AGREGADOS**  
**ASTM C29 / C29M - 17a**

|         |            |
|---------|------------|
| Código  | Remisión   |
| Versión | 01         |
| Fecha   | 29-04-2020 |
| Página  | 1 de 1     |

Proyecto : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas mineralizadas en S/L, Lima 2020  
 Solicitante : David Poma Cristóbal Jesús  
 Atención : David Poma Cristóbal Jesús  
 Ubicación de Proyecto : Lima  
 Material : Agregado Grueso

Registro N°: IGC20-LEM-194-04

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : B. Welger  
 Fecha de Ensayo : 05/02/20  
 Turno : Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Carretera Trepiche  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

**PESO UNITARIO SUELTO**

| IDENTIFICACIÓN                            | 1        | 2        | PROMEDIO |
|---|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg)                        | 3.509    | 3.533    |          |
| Volumen de molde (m <sup>3</sup> )        | 0.007056 | 0.007056 |          |
| Peso de molde + muestra suelta (kg)       | 13.112   | 13.119   |          |
| Peso de muestra suelta (kg)               | 9.603    | 9.586    |          |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> ) | 1361     | 1370     | 1368     |

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

| IDENTIFICACIÓN                            | 1        | 2        | PROMEDIO |
|---|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg)                        | 3.509    | 3.500    |          |
| Volumen de molde (m <sup>3</sup> )        | 0.007056 | 0.007056 |          |
| Peso de molde + muestra suelta (kg)       | 13.973   | 14.187   |          |
| Peso de muestra suelta (kg)               | 10.464   | 10.687   |          |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> ) | 1483     | 1510     | 1497     |



| INGEOCONTROL SAC  |   |  |
|---|---|--|
| TECNICO LEM   | JEFE LEM  | CGC - LEM  |
| Nombre y firma<br> | Nombre y firma<br><br><b>Noemí Sánchez Huamán</b><br>0701-136020 | Nombre y firma<br><br><b>Jony G. Gutiérrez Abanto</b> |



INFORME

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a

|         |            |
|---------|------------|
| Versión | 01         |
| Fecha   | 30-04-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

Registro N°: IGCCO-LEM-136-09

Proyecto : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recicladas en S.J.C. Lima 2020  
 Solitante : David Poma Cristiani Jesús  
 Atención : David Poma Cristiani Jesús  
 Ubicación de Proyecto : Lima  
 Material : Chapas metálicas

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : B. Melgar  
 Fecha de Ensayo: 05/03/20  
 Turno: Día

Código de Muestra : --  
 Procedencia : Reciclado  
 N° de Muestra : --  
 Progresiva : --

PESO UNITARIO SUELTO

| IDENTIFICACIÓN                      | 1        | 2        | PROMEDIO |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg)                  | 3.009    | 3.509    |          |
| Volumen de molde (m3)               | 0.007058 | 0.007058 |          |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 12.511   | 12.084   |          |
| Peso de muestra suelta (kg)         | 9.502    | 8.575    |          |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)        | 1205     | 1215     | 1210     |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| IDENTIFICACIÓN                      | 1        | 2        | PROMEDIO |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg)                  | 3.509    | 3.509    |          |
| Volumen de molde (m3)               | 0.007058 | 0.007058 |          |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 13.651   | 12.625   |          |
| Peso de muestra suelta (kg)         | 9.342    | 9.317    |          |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)        | 1324     | 1320     | 1322     |



| INGEOCONTROL SAC   |  |  |
|--|--|--|
| TECNICO LEM  | JEFE LEM   | CCC - LEM  |
| Nombre y firma:<br> | Nombre y firma:<br><br>Noemi C. Sanchez Huaman<br>INGENIERA CIVIL - CEP N° 196029 | Nombre y firma:<br><br>Jopy C. Gutierrez Abanjo |





FORMATO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO  
REFERENCIA ACI 211

|         |            |
|---------|------------|
| Edición | 01         |
| Fecha   | 30-04-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

|                       |  |                   |                        |
|-----------------------|--|-------------------|------------------------|
| PROYECTO              | Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recicladas en S.L. Lima 2020 | REGISTRO N°       | IGC26-LEM-136-16       |
| SOLICITANTE           | David Poma Cristian Jesús  | REALIZADO POR     | R. Leyva               |
| CÓDIGO DE PROYECTO    | ---  | REVISADO POR      | N. Sánchez             |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | Lima   | FECHA DE VACIADO  | 7/5/2020               |
| FECHA DE EMISIÓN      | 07/05/2020   | TURNOS            | Dúmo                   |
| Agregado              | : Ag. Grueso / Ag. Fino  | F'c de diseño:    | 210 kg/cm <sup>2</sup> |
| Procedencia           | : Cantera Trapiche   | Asentamiento:     | 3" - 4"                |
| Cemento               | : Sol tipo 1   | Código de mezcla: | PATRON                 |

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
F<sub>cr</sub> = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 387 kg

2. RELACION AGUA CEMENTO  
R<sub>as</sub> = 0.53

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m<sup>3</sup> = 9.1 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 2.0%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| SUMADO               | PESO ESPECÍFICO        | VOLUMEN ABSOLUTO      |       |       |      |      |      |     |
|----------------------|------------------------|-----------------------|-------|-------|------|------|------|-----|
| Cemento Sol tipo 1   | 3110 kg/m <sup>3</sup> | 0.1244 m <sup>3</sup> |       |       |      |      |      |     |
| Agua                 | 1000 kg/m <sup>3</sup> | 0.2056 m <sup>3</sup> |       |       |      |      |      |     |
| Aire                 | ---                    | 0.0200 m <sup>3</sup> |       |       |      |      |      |     |
| ---                  | ---                    | 0.0000 m <sup>3</sup> |       |       |      |      |      |     |
| Agregado grueso      | 2630 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.42% | 1.13% | 0.57 | 1366 | 1497 | 102 |
| Agregado fino        | 2638 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 6.20% | 1.50% | 2.89 | 1358 | 1487 | --- |
| Chapas metálicas     | 2228 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.00% | 0.00% | ---  | 1216 | 1322 | --- |
| Volumen de pasta     |                        | 0.3494 m <sup>3</sup> |       |       |      |      |      |     |
| Volumen de agregados |                        | 0.8826 m <sup>3</sup> |       |       |      |      |      |     |

8. PROPORCIÓN DE ADRESADOS SECOS  
Agregado grueso 49.0% = 0.3186 m<sup>3</sup> = 836 kg  
Agregado fino 51.0% = 0.3318 m<sup>3</sup> = 875 kg  
Chapas metálicas 0.0% = 0.0000 m<sup>3</sup> = 0 kg

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.045 m<sup>3</sup>  
Cemento Cemento tipo 1 17.41 kg  
Agua 7.64 L  
Agregado grueso 37.9 kg  
Agregado fino 41.8 kg  
Chapas metálicas 0.0 kg  
Slump Obtenido 4.3"

9. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD  
Agregado grueso 842 kg  
Agregado fino 929 kg  
Chapas metálicas 0 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD  
Agua 170 L

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA  
CEM A.F. A.G. CHAP. AGUA  
1 : 2.6 : 2.4 : 0 : 18.7 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- \* Muestras previstas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

| INGEOCONTROL SAC |    |                |           |
|------------------|----|----------------|-----------|
| TRONCO LEM       | D  | JIFE LEM       | IGC - LEM |
| Nombre y firma   | M. | Nombre y firma | M.        |
|                  | A. |                | A.        |
|                  |    |                | A.        |

|                              |   |                         |                        |
|------------------------------|---|-------------------------|------------------------|
| <b>PROYECTO</b>              | Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recocidas en S.U.L. Lima 2020 | <b>REGISTRO N°</b>      | IGC20-LEM-128-11       |
| <b>SOLICITANTE</b>           | David Poma Cristóbal Jesús  | <b>REALIZADO POR</b>    | R. Leyva               |
| <b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>    | ---   | <b>REVISADO POR</b>     | N. Sánchez             |
| <b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> | Lima  | <b>FECHA DE VACIADO</b> | 7/5/2020               |
| <b>FECHA DE EMISIÓN</b>      | 07/05/2020  | <b>TURNO</b>            | Dúma                   |
| <b>Agregado</b>              | Ag. Grueso / Ag. Fino   | <b>F'c de diseño</b>    | 210 kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>Procedencia</b>           | Cartería Trapiche   | <b>Asentamiento</b>     | 3" - 4"                |
| <b>Cemento</b>               | Sol tipo 1  | <b>Código de mezcla</b> | CH10%                  |

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA  
F'cd = 284

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
Cemento = 387 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO  
R'as = 0.53

6. FACTOR CEMENTO  
Bolsas x m<sup>3</sup> = 9.1 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 305 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 2.0%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INGUMO               | PESO ESPECÍFICO        | VOLUMEN ABSOLUTO      | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MOD. PINEZA | P.U. SUELTO | P.U. SUELTO | P.U. SUELTO |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Cemento Sol tipo 1   | 3110 kg/m <sup>3</sup> | 0.1244 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Agua                 | 1000 kg/m <sup>3</sup> | 0.2050 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Aire                 | ---                    | 0.0208 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| ---                  | ---                    | 0.0000 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Agregado grueso      | 2630 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.40%   | 1.10%     | 6.57        | 1305        | 1497        | 12 m        |
| Agregado fino        | 2630 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 8.29%   | 1.50%     | 2.89        | 1369        | 1497        | ---         |
| Chapas metálicas     | 2239 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.00%   | 0.00%     | ---         | 1210        | 1322        | ---         |
| Volumen de pasta     |                        | 0.3494 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Volumen de agregados |                        | 0.6506 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECO

|                  |       |                         |          |
|------------------|-------|-------------------------|----------|
| Agregado grueso  | 30.0% | = 0.2537 m <sup>3</sup> | = 667 kg |
| Agregado fino    | 50.0% | = 0.3319 m <sup>3</sup> | = 875 kg |
| Chapas metálicas | 10.0% | = 0.0651 m <sup>3</sup> | = 146 kg |

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.048 m<sup>3</sup>

|                        |          |
|------------------------|----------|
| Cemento Cemento tipo 1 | 17.41 kg |
| Agua                   | 7.59 L   |
| Agregado grueso        | 33.2 kg  |
| Agregado fino          | 41.5 kg  |
| Chapas metálicas       | 9.8 kg   |
| Sumo Obtenido          | 4.34"    |

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

|                  |        |
|------------------|--------|
| Agregado grueso  | 670 kg |
| Agregado fino    | 929 kg |
| Chapas metálicas | 146 kg |

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

|     |      |      |      |              |
|-----|------|------|------|--------------|
| CEM | A.P. | A.G. | CHAP | AGUA         |
| 1   | 2.6  | 1.8  | 0.8  | 18.5 L/bolsa |

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL.

| INGEOCONTROL SAC  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| TECNICO LEM   | D | JEFE LEM   | CEO - LEM   |
| Nombre y Firma:   | M | Nombre y Firma:  | M   |
|  | A | <br>Noemi C. Sánchez Huaman<br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 | <br>Jony C. Gutiérrez Abanto<br>GERENTE GENERAL |

|                              |  |                         |                          |
|------------------------------|--|-------------------------|--------------------------|
| <b>PROYECTO</b>              | : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recicladas en S.L. Lima 2020 | <b>REGISTRO N°</b>      | IGC20-LEM-138-12         |
| <b>SOLICITANTE</b>           | : David Poma Criollo, Jesús  | <b>REALIZADO POR</b>    | : R. Leyva               |
| <b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>    | : ---  | <b>REVISADO POR</b>     | : N. Sánchez             |
| <b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b> | : Lima   | <b>FECHA DE VACIADO</b> | : 7/5/2020               |
| <b>FECHA DE EMISIÓN</b>      | : 07/05/2020   | <b>TURNO</b>            | : Diurno                 |
| <b>Agregado</b>              | : Ag. Grueso / Ag. Fino  | <b>F'c de diseño</b>    | : 210 kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>Procedencia</b>           | : Cantera Trapiche   | <b>Asentamiento</b>     | : 3" - 4"                |
| <b>Cemento</b>               | : Sol tipo 1   | <b>Código de mezcla</b> | : CH29%                  |

- |   |  |
|---|--|
| <b>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA</b><br>F'cr = 294 | <b>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO</b><br>Cemento = 307 kg  |
| <b>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO</b><br>R'ac = 0.53                | <b>6. FACTOR CEMENTO</b><br>Bolsas x m <sup>3</sup> = 8.1 Bolsas |
| <b>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA</b><br>Agua = 255 L   |  |
| <b>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO</b><br>Aire = 2.0%            |  |

**7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

| INGREDIENTE          | PESO ESPECÍFICO        | VOLUMEN ABSOLUTO      | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MOD. PNEZA | P.U. SUELTO | P.U. SUELTO | P.U. SUELTO |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Cemento Sol tipo I   | 3110 kg/m <sup>3</sup> | 0.1044 m <sup>3</sup> |         |           |            |             |             |             |
| Agua                 | 1000 kg/m <sup>3</sup> | 0.2550 m <sup>3</sup> |         |           |            |             |             |             |
| Aire                 | ---                    | 0.0200 m <sup>3</sup> |         |           |            |             |             |             |
| ---                  | ---                    | 0.0000 m <sup>3</sup> |         |           |            |             |             |             |
| Agregado grueso      | 2030 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.40%   | 1.10%     | 0.57       | 1366        | 1487        | 102 m       |
| Agregado fino        | 2636 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.20%   | 1.50%     | 2.89       | 1366        | 1487        | ---         |
| Chapas metálicas     | 2226 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.00%   | 0.00%     | ---        | 1210        | 1022        | ---         |
| Volumen de pasta     |                        | 0.3494 m <sup>3</sup> |         |           |            |             |             |             |
| Volumen de agregados |                        | 0.5526 m <sup>3</sup> |         |           |            |             |             |             |

**8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS**

|                  |       |                         |          |
|------------------|-------|-------------------------|----------|
| Agregado grueso  | 20.0% | = 0.1087 m <sup>3</sup> | = 496 kg |
| Agregado fino    | 31.0% | = 0.3316 m <sup>3</sup> | = 875 kg |
| Chapas metálicas | 20.0% | = 0.1301 m <sup>3</sup> | = 291 kg |

**9. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

|                  |        |
|------------------|--------|
| Agregado grueso  | 496 kg |
| Agregado fino    | 929 kg |
| Chapas metálicas | 291 kg |

**10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD**

|      |       |
|------|-------|
| Agua | 167 L |
|------|-------|

**11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA** 0.045 m<sup>3</sup>

|                        |          |
|------------------------|----------|
| Cemento Cemento tipo I | 17.41 kg |
| Agua                   | 7.83 L   |
| Agregado grueso        | 22.4 kg  |
| Agregado fino          | 41.9 kg  |
| Chapas metálicas       | 13.1 kg  |
| Multiplicando          | 4.54*    |

**12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA**

|     |       |       |       |                  |
|-----|-------|-------|-------|------------------|
| CEM | A.P.  | A.G.  | ChAP  | AGUA             |
| 1   | : 2.0 | : 1.4 | : 0.0 | : 16.4 L / bolsa |

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

| INGEOCONTROL SAC  |   |  |   |
|---|---|--|---|
| TECNICO LEM   | D | JEFE LEM   | D |
| Nombre y firma  | M | Nombre y firma   | M |
|  | A | <br>Noemi C. Sanchez Huaman<br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 | A |
|   |   | <br>Jony C. Gutierrez Aparno<br>GERENTE GENERAL                | A |



**PROYECTO** : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recicladas en S.L. Lima 2020  
**SOLICITANTE** : David Poma Cristóbal Jorjé  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : ---  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : 07/05/2020

**REALIZADO POR** : R. Lévila  
**REVISADO POR** : N. Sánchez  
**FECHA DE VACIADO** : 7/5/2020  
**TURNO** : Diurno

**Agregado** : Ag. Grueso / Ag. Fino  
**Procedencia** : Cantera Trapiche  
**Cemento** : Sol tipo 1

**F o de diseño** : 270 kg/m<sup>2</sup>  
**Asentamiento** : 3" - 4"  
**Código de mezcla** : CH30%

**1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA**  
 $f'_{cr} = 204$

**2. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO**  
 Cemento = 367 kg

**3. RELACIÓN AGUA CEMENTO**  
 $R_{a/c} = 0.53$

**6. FACTOR CEMENTO**  
 $B_{total} \times m_3 = 6.1 \text{ Bolsa}$

**3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA**  
 Agua = 208 L

**4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO**  
 Aire = 2.5%

**7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

| INSUMO               | PESO ESPECÍFICO        | VOLUMEN ABSOLUTO      | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINEZA | P.U. SUELTO | P.U. SUELTO | P.U. SUELTO |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Cemento Sol tipo 1   | 3170 kg/m <sup>3</sup> | 0.1244 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Agua                 | 1000 kg/m <sup>3</sup> | 0.2080 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Aire                 | ---                    | 0.0208 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| ---                  | ---                    | 0.0006 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Agregado grueso      | 2630 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.40%   | 1.10%     | 6.57        | 1366        | 1467        | 1/2 in      |
| Agregado fino        | 2630 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 6.20%   | 1.30%     | 2.09        | 1365        | 1467        | ---         |
| Chapas metálicas     | 2230 kg/m <sup>3</sup> | ---                   | 0.00%   | 0.00%     | ---         | 1210        | 1302        | ---         |
| Volumen de pasta     |                        | 0.3494 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |
| Volumen de agregados |                        | 0.6606 m <sup>3</sup> |         |           |             |             |             |             |

**8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS**

Agregado grueso 16.0% = 0.1236 m<sup>3</sup> = 328 kg  
 Agregado fino 51.0% = 0.3316 m<sup>3</sup> = 875 kg  
 Chapas metálicas 32.0% = 0.1942 m<sup>3</sup> = 437 kg

**11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA** 0.048 m<sup>3</sup>

Cemento Cemento tipo 1 17.41 kg  
 Agua 7.45 L  
 Agregado grueso 14.7 kg  
 Agregado fino 41.8 kg  
 Chapas metálicas 19.7 kg  
 Bump. Clastido 4.30"

**9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agregado grueso 328 kg  
 Agregado fino 879 kg  
 Chapas metálicas 437 kg

**12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD**

Agua 180 L

**10. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA**

CEM A.F. A.D. CHAP AGUA  
 1 : 2.6 : 9 : 1.4 : 18.3 L /bolsa

**OBSERVACIONES**

- \* Muestras previstas e identificadas por el solicitante
- \* Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

|                     |   |   |   |
|---------------------|---|---|---|
| INGEOCONTROL S.A.C. |   |   |   |
| TECNICO LEM         | D | JEFE LEM  | D |
| Nombre y Firma      | M | Nombre y Firma  | M |
|                     | A | <br><b>Noemi C. Sanchez Huaman</b><br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | A |
|                     |   | <br><b>Jony C. Gutierrez Abanto</b><br>GERENTE GENERAL  |   |



|   |  |         |            |
|---|--|---------|------------|
| FORMATO   |  | Código  | AE-FO-101  |
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN |  | Versión | 01         |
|   |  | Fecha   | 28-04-2018 |
|   |  | Página  | 1 de 1     |

REGISTRO N°: IGC29-LEM-136-14

PROYECTO: Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de capas metálicas recitadas en S.U.L. Lima 2020

SOLICITANTE: David Poma Cristian Jesús

CÓDIGO DE PROYECTO: -

UBICACIÓN DE PROYECTO: Lima

FECHA DE EMISIÓN: 10/02/2020

REALIZADO POR: R. Loyola

REVISADO POR: J. Gutiérrez

FECHA DE ENSAYO: 14/5/2020

TURNO: Día

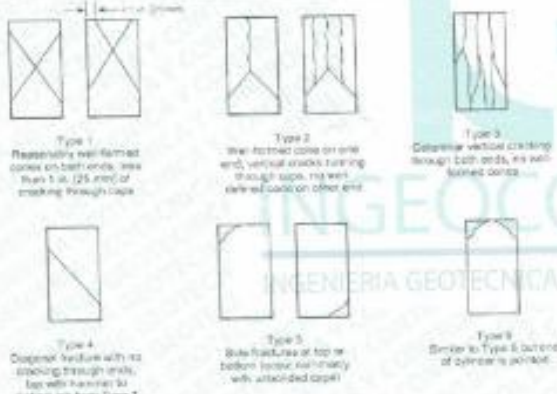
Tipo de muestra: Concreto endurecido

Presentación: Especímenes cilíndricos 6" x 12"

Fc de diseño: 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

| IDENTIFICACIÓN   | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD   | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | ESFUERZO               | % Fc |
|--|------------------|-----------------|--------|----------------------------|------------------------|------|
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.99                       | 164 kg/cm <sup>2</sup> | 78.3 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.99                       | 157 kg/cm <sup>2</sup> | 74.8 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 10% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.99                       | 169 kg/cm <sup>2</sup> | 80.0 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 10% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.99                       | 174 kg/cm <sup>2</sup> | 83.1 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 20% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.99                       | 202 kg/cm <sup>2</sup> | 96.2 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 20% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.98                       | 192 kg/cm <sup>2</sup> | 91.0 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 30% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.97                       | 181 kg/cm <sup>2</sup> | 86.2 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 30% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 14/5/2020       | 7 días | 1.98                       | 187 kg/cm <sup>2</sup> | 89.1 |



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, adjust the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note:

|           |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|
| L/D Ratio | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor    | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

The interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| Acceptable Range of Maximum Cylinder Strength | 3 cylinders | 3 cylinders |
| 0.85  | 0.85        | 0.85        |
| 0.80  | 0.80        | 0.80        |
| 0.75  | 0.75        | 0.75        |
| 0.70  | 0.70        | 0.70        |
| 0.65  | 0.65        | 0.65        |
| 0.60  | 0.60        | 0.60        |
| 0.55  | 0.55        | 0.55        |
| 0.50  | 0.50        | 0.50        |
| 0.45  | 0.45        | 0.45        |
| 0.40  | 0.40        | 0.40        |
| 0.35  | 0.35        | 0.35        |
| 0.30  | 0.30        | 0.30        |
| 0.25  | 0.25        | 0.25        |
| 0.20  | 0.20        | 0.20        |
| 0.15  | 0.15        | 0.15        |
| 0.10  | 0.10        | 0.10        |
| 0.05  | 0.05        | 0.05        |
| 0.00  | 0.00        | 0.00        |

Fuente: ASTM C39

FIG. 3 Summary of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

|                  |   |                |   |
|------------------|---|----------------|---|
| INGEOCONTROL SAC |   |                |   |
| TECNICO LEM      | D | JEFE LEM       | D |
| Nombre y firma   | M | Nombre y firma | M |
|                  | A |                | A |
|                  |   |                |   |





**FORMATO**  
**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

|         |            |
|---------|------------|
| Versión | 01         |
| Fecha   | 30-04-2018 |
| Página  | 1 de 1     |

**PROYECTO** : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas redondas en S/L Lima 2020  
**SOLICITANTE** : David Poma Cristian Jesús  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : ---  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima  
**FECHA DE EMISIÓN** : 21/5/2020

REGISTRO N°: IGC20-LEM-136-15

**REALIZADO POR** : R. Leyva  
**REVISADO POR** : J. Gutiérrez  
**FECHA DE ENSAYO** : 21/5/2020  
**TURNO** : Diurno

**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**Fc de diseño** : 210 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

| IDENTIFICACIÓN   | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | ESFUERZO               | % Fc |
|--|------------------|-----------------|---------|----------------------------|------------------------|------|
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO PATRÓN Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.00                       | 186 kg/cm <sup>2</sup> | 88.4 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO PATRÓN Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 2.00                       | 185 kg/cm <sup>2</sup> | 88.0 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 10% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.98                       | 185 kg/cm <sup>2</sup> | 88.2 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 10% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.99                       | 189 kg/cm <sup>2</sup> | 90.1 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 20% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.99                       | 201 kg/cm <sup>2</sup> | 95.6 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 20% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.98                       | 205 kg/cm <sup>2</sup> | 97.5 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 30% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.97                       | 199 kg/cm <sup>2</sup> | 94.8 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 30% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | 1.98                       | 199 kg/cm <sup>2</sup> | 94.9 |



**Type 1**  
Reinforced and web-formed zones in both ends, less than 1 in. (25 mm) of crushing through ends



**Type 2**  
Well formed cone in one end, vertical cracks running through ends, no well defined cone in other end



**Type 3**  
Diagonal cracks running through both ends, no well defined cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no crushing was observed; top and bottom to extrusion; more than Type 1



**Type 5**  
Side fracture at top or bottom (usually occurred with unbordered ends)



**Type 6**  
Specimen Type 5 where flat end is present

Fig. 3 Schematic of Typical Failure Patterns

Fonte: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 8.1.

|           |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|
| L/D Ratio | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor    | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.90 |

Use interpolation or determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fonte: ASTM C39

| Condition of specimen                             | Acceptable Range of Individual Cylinder Strengths | % of cylinders |
|---|---|----------------|
| 6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions | 8.0%  | 7.0%           |
| 6 by 12 in. (150 by 300 mm) Field conditions      | 8.5%  | 8.5%           |
| 6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions | 8.0%  | 7.0%           |
| 6 by 12 in. (150 by 300 mm) Field conditions      | 8.5%  | 8.5%           |

Fonte: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

| INGEOCONTROL SAC   |   |  |           |
|--|---|--|-----------|
| TÉCNICO LEM  | D | JEFE LEM   | CCC - LEM |
| Nombre y firma   | M | Nombre y firma   | M         |
|  | A |  | A         |
| <b>Noemi C. Sanchez Guamán</b><br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029<br>INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC |   | <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b><br>GERENTE GENERAL<br>INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC |           |



PROYECTO : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.L. Lima 2020

SOLICITANTE : David Poma Cristóbal Jesús

CÓDIGO DE PROYECTO : -

UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

FECHA DE EMISIÓN : 4/5/2020

REGISTRO N°: IOC20-LEM-136-16

REALIZADO POR : R. Layva

REVISADO POR : J. Gutiérrez

FECHA DE ENSAYO : 4/5/2020

TURNO : Diurno

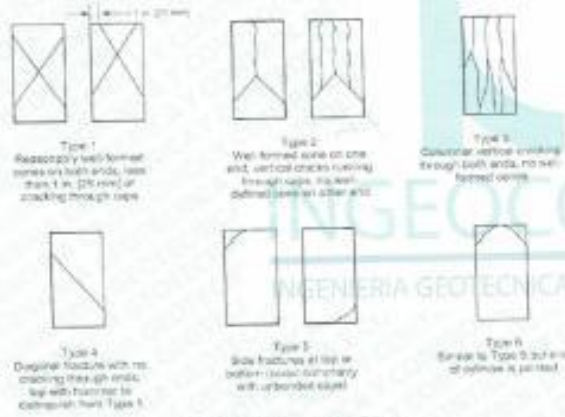
Tipo de muestra : Concreto endurecido

Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"

Fc de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

| IDENTIFICACIÓN   | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | ESFUERZO               | % Fc  |
|--|------------------|-----------------|---------|----------------------------|------------------------|-------|
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.98                       | 235 kg/cm <sup>2</sup> | 112.1 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.99                       | 240 kg/cm <sup>2</sup> | 114.4 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 10% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.98                       | 248 kg/cm <sup>2</sup> | 118.0 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 10% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.98                       | 244 kg/cm <sup>2</sup> | 116.1 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 20% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.98                       | 260 kg/cm <sup>2</sup> | 124.0 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 20% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.99                       | 258 kg/cm <sup>2</sup> | 123.0 |
| PROBETA N° 01<br>DISEÑO 30% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.99                       | 260 kg/cm <sup>2</sup> | 123.6 |
| PROBETA N° 02<br>DISEÑO 30% CHAPAS Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/5/2020        | 28 días | 1.98                       | 259 kg/cm <sup>2</sup> | 123.2 |



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11.

|           |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|
| L/D Ratio | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
|           | 0.96 | 0.98 | 0.99 | 1.00 |

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

**Factor ASTM C39**

| Coefficient of Variation <sup>a</sup> | Acceptable Range <sup>b</sup> of Individual Cylinder Strengths to Computed Strength |
|---------------------------------------|---|
| 4 to 12%                              | 8.0%  |
| 13 to 20%                             | 8.5%  |
| 21 to 30%                             | 9.0%  |
| 31 to 40%                             | 9.5%  |
| 41 to 50%                             | 10.0%   |

**Source: ASTM C39**

- OBSERVACIONES:**
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
  - Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.
  - Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

|                     |    |   |   |
|---------------------|----|---|---|
| INGEOCONTROL S.A.S. |    |   |   |
| TECNICO LEM         | D  | JEFE LEM  | D   |
| Nombre y Firma      | SE | Nombre y Firma  | SE  |
|                     | A  | <br>Noemi C. Sanchez-Huaman<br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029<br>INGENIERIA DE TECNICAS Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | A   |
|                     |    |   | <br>Jony C. Gutierrez-Abanto<br>GERENTE GENERAL<br>INGENIERIA DE TECNICAS Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |
|                     |    |   |   |

PROYECTO : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de tapas metálicas recicladas en S.J.L. Lima 2020  
 SOLICITANTE : David Poma Crestani Jesús  
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
 FECHA DE EMISIÓN : 21/05/2020

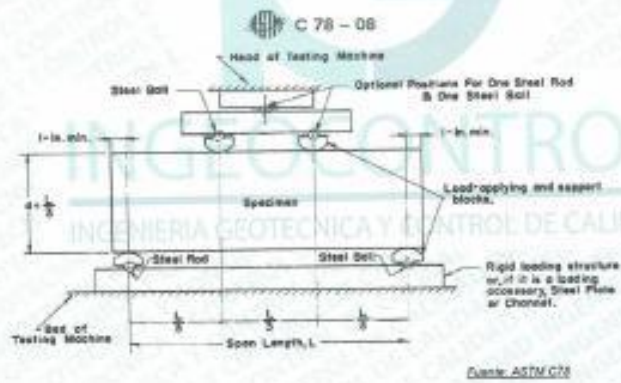
REGISTRO N°: IGC20-LEM-136-17

REALIZADO POR : R. Layva  
 REVISADO POR : J. Gutiérrez  
 FECHA DE ENSAYO : 21/5/2020  
 TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes prismáticos  
 F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN   | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA        |
|--|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-------------------------|
| VIGA N° 01<br>DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 25.0 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 29.4 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 10% CHAPAS f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 33.2 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 10% CHAPAS f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 32.6 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 20% CHAPAS f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 46.0      | 35.8 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 20% CHAPAS f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 47.0      | 36.0 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 30% CHAPAS f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 46.0      | 38.0 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 30% CHAPAS f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 21/5/2020       | 14 días | TERCIO CENTRAL     | 49.0      | 39.2 kg/cm <sup>2</sup> |



- OBSERVACIONES:
- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
  - \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

| INGEOCONTROL S.A.C.   |    |  |    |
|---|----|--|----|
| TECNICO LEM   | D. | JEFE LEM   | D. |
| Nombre y firma  | M. | Nombre y firma   | M. |
|   |    |  |    |
| <b>Noemi E. Sánchez Huaman</b><br>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |    | <b>Jony C. Gutiérrez Tabares</b><br>GERENTE GENERAL<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |    |





MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

Fecha: 30.06.2018  
Página: 1 de 1

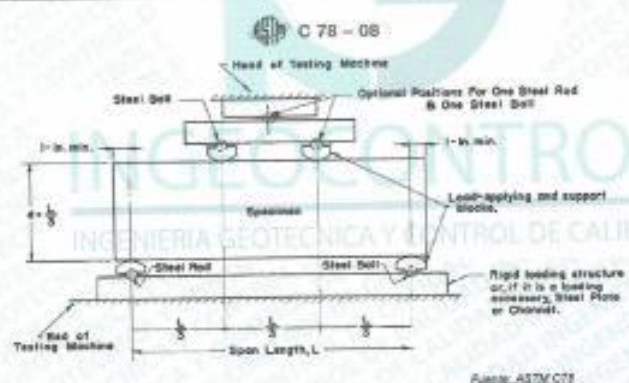
REGISTRO N°: IGC20-LEM-136-18

PROYECTO : Evaluación estructural de un pórtico de concreto con adición de lapas metálicas recalcadas en S.L. Lima 2020  
 SOLICITANTE : David Poma Crestani Jesús  
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
 FECHA DE EMISIÓN : 4/05/2020  
 REALIZADO POR : R. Layva  
 REVISADO POR : J. Gutiérrez  
 FECHA DE ENSAYO : 4/5/2020  
 TURNO : Día

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes prismáticos  
 F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN  | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD    | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MÓDULO DE ROTURA        |
|---|------------------|-----------------|---------|--------------------|-----------|-------------------------|
| VIGA N° 01<br>DISEÑO PATRÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 42.5 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO PATRÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>     | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 45.8 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 10% CHAPAS f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 47.3 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 10% CHAPAS f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 45.0      | 50.1 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 20% CHAPAS f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 49.0      | 53.9 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 20% CHAPAS f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 47.0      | 52.3 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 01<br>DISEÑO 30% CHAPAS f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 49.0      | 57.1 kg/cm <sup>2</sup> |
| VIGA N° 02<br>DISEÑO 30% CHAPAS f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> | 7/5/2020         | 4/6/2020        | 28 días | TERCIO CENTRAL     | 49.0      | 55.8 kg/cm <sup>2</sup> |



Fonte: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

| INGEOCONTROL S.A.C. |    |   |  |
|---------------------|----|---|--|
| TECNICO LEM         | DI | JEFE LAB  | CCC - LEM  |
| Nombre y Firma      | M. | Nombre y Firma  | M.   |
|                     |    | <br>Noemí C. Sánchez Huamán<br>INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | <br>Jony C. Gutiérrez Abanto<br>GERENTE GENERAL<br>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

# CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-0265-2018

OT : 1793-2555

Fecha de emisión : 2018-08-15

Página :

1 de 2

1. SOLICITANTE : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
DIRECCIÓN : Calle 18 Mz. G2 Lote 11 Aa. San Francisco de Cayrán 3era etapa - BMP - Lima

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA  
Marca : ELE Capacidad máxima : 120000 kgf  
Modelo : ADR TOUCH División de Escala. d : 0.1 kgf  
N° Serie : 1887-1-00074 Procedencia : No Indica  
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : Laboratorio

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.  
La calibración se realizó el día 14 de agosto del 2018 en las instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C.

4. METODO.  
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

5. PATRÓN

| INSTRUMENTO       | ALCANCE DE INDICACIÓN | CLASE DE EXACTITUD | CERTIFICADO    | ENTIDAD     |
|-------------------|-----------------------|--------------------|----------------|-------------|
| Manómetro Digital | 0 bar a 700 bar       | 0.05%              | LFP-C-150-2017 | DM - INACAL |

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

| MAGNITUD         | INICIAL | FINAL   |
|------------------|---------|---------|
| TEMPERATURA      | 19.1 °C | 19.3 °C |
| HUMEDAD RELATIVA | 71.5 %  | 69.9 %  |

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde sobre el equipo.  
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  
Se deja a criterio del usuario el adecuado uso del equipo de acuerdo a los resultados adjuntos.

  
Lic. Nicolás Ramos Aguilar  
Gerente Técnico  
CFP0316





Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N° : LF-0265-2018  
Página : 2 de 2

| RESULTADOS                             |                     |                                   |                     |                     |
|--|---------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN |                     | VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO | CORRECCIÓN          | INCERTIDUMBRE       |
| kgf                                    | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup>               | kgf/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> |
| 102,1                                  | 0,62                | 0,61                              | -0,01               | 0,02                |
| 200,1                                  | 1,11                | 1,11                              | 0,00                | 0,02                |
| 300,4                                  | 2,73                | 2,68                              | -0,05               | 0,02                |
| 400,3                                  | 4,34                | 4,26                              | -0,08               | 0,02                |
| 1000,2                                 | 5,40                | 5,30                              | -0,10               | 0,02                |
| 5000,7                                 | 29,78               | 29,26                             | -0,52               | 0,02                |
| 10000,4                                | 53,47               | 52,44                             | -1,03               | 0,03                |
| 20000,8                                | 107,18              | 105,12                            | -2,06               | 0,05                |
| 50000,6                                | 266,49              | 261,35                            | -5,14               | 0,07                |
| 80002,5                                | 423,47              | 415,30                            | -8,17               | 0,09                |

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO







# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

|                 |   |
|-----------------|---|
| 1. Expediente   | 696-2018  |
| 2. Solicitante  | INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.   |
| 3. Dirección    | Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA |
| 4. Equipo       | HORNO   |
| Alcance Máximo  | 300 °C  |
| Marca           | PERUTEST  |
| Modelo          | PT-H  |
| Número de Serie | 0105  |
| Procedencia     | PERÚ  |
| Identificación  | NO INDICA   |
| Ubicación       | NO INDICA   |

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

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

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

| Descripción                     | Controlador / Selector  | Instrumento de medición |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Alcance                         | 30 °C a 300 °C          | 30 °C a 300 °C          |
| División de escala / Resolución | 0.1 °C                  | 0.1 °C                  |
| Tipo                            | CONTROLADOR ELECTRONICO | TERMOMETRO DIGITAL      |

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2018-08-20

Fecha de Emisión                      Jefe del Laboratorio de Metrología                      Sello

2018-08-21

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Figura 2 de 2

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

|                  | Inicial | Final |
|------------------|---------|-------|
| Temperatura      | 22,5    | 22,5  |
| Humedad Relativa | 63 %    | 63 %  |

### 9. Patrones de referencia

| Trazabilidad                                 | Patrón utilizado   | Certificado y/o Informe de calibración |
|--|--|--|
| Patrones de referencia de INACAL LT-466-2017 | Digitense de 10 Canales con incertidumbre de 0.09°C a 0.15°C | METRINDUST TH-0036-2017                |

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.







# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

| Tiempo<br>( min ) | Termómetro<br>del equipo<br>( °C ) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) |       |       |       |       |                |       |       |       |       | T prom<br>( °C ) | Tmax-Tmin<br>( °C ) |
|-------------------|------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|------------------|---------------------|
|                   |                                    | NIVEL SUPERIOR                                  |       |       |       |       | NIVEL INFERIOR |       |       |       |       |                  |                     |
|                   |                                    | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6              | 7     | 8     | 9     | 10    |                  |                     |
| 00                | 110.0                              | 106.9   | 107.1 | 111.0 | 115.1 | 112.4 | 104.2          | 109.0 | 112.4 | 115.9 | 109.7 | 110.4            | 11.7                |
| 02                | 110.0                              | 107.3   | 107.1 | 109.7 | 115.7 | 113.0 | 104.0          | 108.6 | 113.0 | 115.5 | 109.7 | 110.4            | 11.7                |
| 04                | 110.0                              | 107.0   | 106.9 | 111.3 | 115.4 | 112.6 | 104.2          | 108.6 | 112.6 | 116.1 | 109.6 | 110.4            | 11.9                |
| 06                | 110.0                              | 107.4   | 107.0 | 110.5 | 115.3 | 112.6 | 104.0          | 108.6 | 112.4 | 115.7 | 109.7 | 110.3            | 11.7                |
| 08                | 110.0                              | 106.9   | 107.1 | 111.0 | 115.1 | 112.4 | 104.0          | 109.0 | 113.0 | 115.9 | 109.7 | 110.4            | 11.9                |
| 10                | 110.0                              | 107.3   | 107.0 | 109.7 | 115.7 | 113.0 | 104.1          | 108.6 | 112.6 | 115.5 | 109.6 | 110.3            | 11.6                |
| 12                | 110.0                              | 107.0   | 107.1 | 111.0 | 115.4 | 112.6 | 104.0          | 108.6 | 112.6 | 116.1 | 109.7 | 110.4            | 12.1                |
| 14                | 110.0                              | 107.4   | 106.9 | 109.7 | 115.3 | 112.6 | 104.1          | 109.0 | 113.0 | 115.7 | 109.7 | 110.3            | 11.6                |
| 16                | 110.0                              | 106.9   | 107.0 | 111.3 | 115.1 | 112.4 | 104.2          | 108.6 | 112.6 | 115.9 | 109.6 | 110.4            | 11.7                |
| 18                | 110.0                              | 107.3   | 107.1 | 110.5 | 115.7 | 113.0 | 104.0          | 109.0 | 113.0 | 115.5 | 109.7 | 110.5            | 11.7                |
| 20                | 110.0                              | 107.0   | 107.1 | 111.3 | 115.4 | 112.6 | 104.2          | 109.6 | 112.6 | 116.1 | 109.7 | 110.5            | 11.9                |
| 22                | 110.0                              | 107.4   | 107.1 | 110.5 | 115.1 | 112.6 | 104.0          | 108.6 | 112.6 | 115.9 | 109.6 | 110.3            | 11.9                |
| 24                | 110.0                              | 106.9   | 106.9 | 111.0 | 115.7 | 112.6 | 104.2          | 108.6 | 113.0 | 115.5 | 109.7 | 110.4            | 11.5                |
| 26                | 110.0                              | 107.3   | 107.0 | 109.7 | 115.4 | 112.4 | 104.0          | 108.6 | 112.4 | 116.1 | 109.7 | 110.3            | 12.1                |
| 28                | 110.0                              | 106.9   | 106.9 | 111.3 | 115.3 | 113.0 | 104.2          | 108.6 | 113.0 | 115.7 | 109.6 | 110.4            | 11.5                |
| 29                | 110.0                              | 107.1   | 107.0 | 110.1 | 115.1 | 112.4 | 104.0          | 109.0 | 112.4 | 115.6 | 109.7 | 110.3            | 11.5                |
| 32                | 110.0                              | 107.0   | 107.1 | 111.0 | 115.3 | 113.0 | 104.0          | 108.6 | 113.0 | 115.9 | 109.7 | 110.5            | 11.9                |
| 34                | 110.0                              | 107.4   | 107.0 | 109.7 | 115.1 | 112.6 | 104.0          | 109.0 | 112.6 | 115.5 | 109.6 | 110.2            | 11.5                |
| 36                | 110.0                              | 107.4   | 107.1 | 111.3 | 115.7 | 112.6 | 104.2          | 108.6 | 112.6 | 116.1 | 109.7 | 110.5            | 11.9                |
| 38                | 110.0                              | 106.9   | 107.1 | 110.5 | 115.1 | 113.0 | 104.0          | 108.6 | 113.0 | 115.7 | 109.7 | 110.4            | 11.7                |
| 40                | 110.0                              | 107.3   | 106.9 | 111.0 | 115.7 | 112.6 | 104.0          | 109.0 | 112.6 | 115.5 | 109.6 | 110.4            | 11.7                |
| 42                | 110.0                              | 107.0   | 107.0 | 109.7 | 115.4 | 112.4 | 104.2          | 108.6 | 112.6 | 116.1 | 109.7 | 110.3            | 11.9                |
| 44                | 110.0                              | 107.4   | 107.0 | 111.0 | 115.3 | 113.0 | 104.0          | 108.6 | 112.4 | 115.7 | 109.7 | 110.4            | 11.7                |
| 46                | 110.0                              | 106.9   | 107.1 | 109.7 | 115.1 | 112.6 | 104.2          | 108.6 | 113.0 | 115.9 | 109.6 | 110.3            | 11.7                |
| 48                | 110.0                              | 107.3   | 107.1 | 111.3 | 115.7 | 112.6 | 104.1          | 109.0 | 112.6 | 115.5 | 109.7 | 110.5            | 11.6                |
| 50                | 110.0                              | 106.9   | 106.9 | 110.9 | 115.4 | 112.4 | 104.2          | 108.6 | 113.0 | 116.1 | 109.7 | 110.4            | 11.9                |
| 52                | 110.0                              | 107.0   | 107.0 | 111.3 | 115.3 | 113.0 | 104.0          | 108.6 | 112.6 | 115.7 | 109.6 | 110.4            | 11.7                |
| 54                | 110.0                              | 107.4   | 107.1 | 111.0 | 115.1 | 112.6 | 104.0          | 108.6 | 113.0 | 115.9 | 109.6 | 110.4            | 11.9                |
| 56                | 110.0                              | 106.9   | 107.1 | 109.7 | 115.7 | 112.6 | 104.0          | 108.6 | 112.6 | 115.5 | 109.7 | 110.2            | 11.7                |
| 58                | 110.0                              | 107.3   | 106.9 | 111.3 | 115.4 | 113.0 | 104.2          | 109.0 | 112.6 | 116.1 | 109.7 | 110.5            | 11.9                |
| 60                | 110.0                              | 106.9   | 107.0 | 110.5 | 115.3 | 112.6 | 104.0          | 108.6 | 113.0 | 115.7 | 109.6 | 110.3            | 11.7                |
| T.PROM            | 110.0                              | 107.1   | 107.0 | 110.6 | 115.4 | 112.7 | 104.1          | 108.7 | 112.7 | 115.8 | 109.7 | 110.4            |                     |
| T.MAX             | 110.0                              | 107.4   | 107.1 | 111.3 | 115.7 | 113.0 | 104.2          | 109.0 | 113.0 | 116.1 | 109.7 |                  |                     |
| T.MIN             | 110.0                              | 106.5   | 106.9 | 109.7 | 115.1 | 112.4 | 104.0          | 108.6 | 112.4 | 115.5 | 109.6 |                  |                     |
| DTT               | 0.0                                | 0.5   | 0.2   | 1.6   | 0.6   | 0.6   | 0.2            | 0.4   | 0.6   | 0.6   | 0.1   |                  |                     |





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

| PARÁMETRO                               | VALOR<br>[ °C ] | INCERTIDUMBRE<br>EXPANDIDA [ °C ] |
|---|-----------------|-----------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida               | 116.1           | 8.3                               |
| Mínima Temperatura Medida               | 104.0           | 0.0                               |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo  | 1.6             | 0.1                               |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 11.7            | 7.5                               |
| Estabilidad Medida ( ± )                | 0.8             | 0.04                              |
| Uniformidad Medida                      | 12.1            | 7.5                               |

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



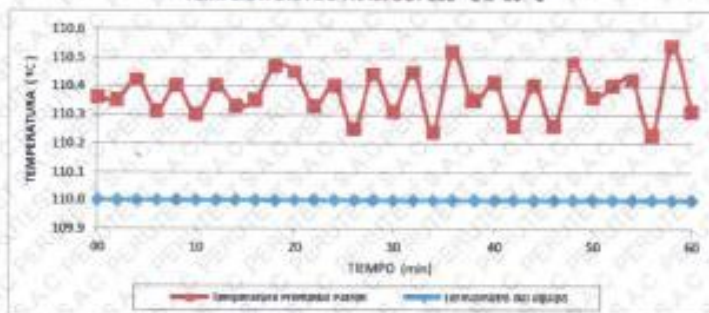


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

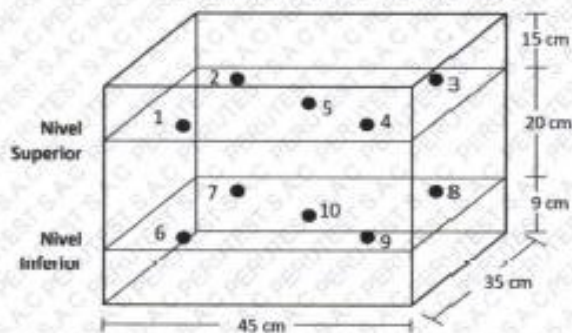
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPIARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

**LMA - 0021 - 2018**

O.T. : 0358-0531

Fecha de emisión : 2018 - 03 - 03

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE :** INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
**Dirección :** Calle 16 Mz. G2 Lote 11 - San Martín de Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : SARTORIUS

Modelo : LC2201S

N° de Serie : 50310007

Capacidad Máxima : 2200 g

División de Escala (d) : 0,01 g

División de Verificación (e) : 0,01 g

Clase de Exactitud<sup>[1]</sup> : I

Capacidad Mínima<sup>[1]</sup> : 1 g

Procedencia : Alemania

Identificación : No Indica

Intervalo de  $\Delta T$  Local : 16 °C hasta 30 °C

Fecha de Calibración : 2018 - 02 - 23

Ubicación<sup>[2]</sup> : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

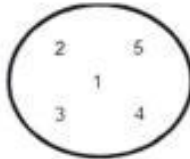
Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Padcar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



ENSAYO DE EXCENRICIDAD

| Magnitud         | Inicial  | Final    |
|------------------|----------|----------|
| Temperatura      | 27,42 °C | 27,42 °C |
| Humedad Relativa | 61,10 %  | 61,10 %  |

| N° | Determinación de Error Eo |       |         |         | Determinación de Error Corregido Ec |        |         |        |         | e.m.p.<br>(±mg) |
|----|---------------------------|-------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|--------|---------|-----------------|
|    | Carga (g)                 | I (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga (g)                           | I (g)  | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |                 |
| 1  | 0,10                      | 0,10  | 4       | 1       | 700,00                              | 899,99 | 2       | -7     | -8      | 20              |
| 2  |                           | 0,10  | 6       | -1      |                                     | 699,99 | 4       | -9     | -8      |                 |
| 3  |                           | 0,10  | 6       | -1      |                                     | 699,99 | 3       | -8     | -7      |                 |
| 4  |                           | 0,10  | 5       | 0       |                                     | 899,99 | 3       | -8     | -8      |                 |
| 5  |                           | 0,10  | 4       | 1       |                                     | 699,99 | 2       | -7     | -8      |                 |

ENSAYO DE PESAJE

| Magnitud         | Inicial  | Final    |
|------------------|----------|----------|
| Temperatura      | 27,42 °C | 27,42 °C |
| Humedad Relativa | 61,10 %  | 61,10 %  |

| Carga (g) | Crecientes |         |        |         | Decrecientes |         |        |         | e.m.p.<br>(±mg) |
|-----------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|-----------------|
|           | I (g)      | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | I (g)        | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |                 |
| 0,10      | 0,10       | 6       | -1     |         |              |         |        |         |                 |
| 1,00      | 1,00       | 6       | -1     | 0       | 1,00         | 5       | 0      | 1       | 10              |
| 10,00     | 9,99       | 4       | -9     | -8      | 9,99         | 4       | -9     | -8      | 10              |
| 100,00    | 100,00     | 8       | -3     | -2      | 100,00       | 7       | -2     | -1      | 10              |
| 500,00    | 499,99     | 4       | -9     | -8      | 499,99       | 6       | -11    | -10     | 10              |
| 700,00    | 699,99     | 2       | -7     | -8      | 699,99       | 4       | -9     | -8      | 20              |
| 800,00    | 899,99     | 2       | -7     | -6      | 899,99       | 3       | -8     | -7      | 20              |
| 1 100,00  | 1 099,98   | 4       | -19    | -18     | 1 099,98     | 2       | -17    | -16     | 20              |
| 1 500,00  | 1 499,98   | 3       | -18    | -17     | 1 499,98     | 2       | -17    | -18     | 20              |
| 2 000,00  | 1 999,98   | 3       | -18    | -17     | 1 999,98     | 2       | -17    | -16     | 20              |
| 2 200,00  | 2 199,98   | 2       | -17    | -16     | 2 199,98     | 2       | -17    | -16     | 30              |

Donde: I : Indicación de la balanza      ΔL : Carga adicional      Eo : Error en cero  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración      E : Error del instrumento      Ec : Error corregido

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 1,01 \times 10^{-3} \times R$

Incertidumbre de Medición :  $U_{95} = 2 \times \sqrt{1,77 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,63 \times 10^{-6} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

[2] Dato proporcionado por el cliente

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

