

2.2.3.4 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas, seguidamente.

NTP 339.044:1979	CONCRETO. Método de ensayo para la preparación y curado en obra de probetas para ensayo a flexión.
NTP 339.045:1979	CONCRETO. Método de ensayo para la preparación y curado en laboratorio de probetas para ensayo a flexión.
NTP 339.059:2000	CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de concreto
NTP 339.079:2012	CONCRETO Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo.
ASTM C 293:1994	Standard Test Method for Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading)

2.2.3.5 RESUMEN DEL MÉTODO

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en el centro del tramo de la viga hasta que ocurra la falla.

2.2.3.6 APARATOS

2.2.3.6.1 MÁQUINA DE ENSAYO

Se debe utilizar un dispositivo capaz de aplicar una carga en el punto medio del claro, de tal modo que las fuerzas sean perpendiculares a las caras horizontales de la viga y se distribuyan y apliquen uniformemente en todo lo ancho.

(Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2008)



La máquina de ensayo es de cualquiera de los tipos de uso corriente, de suficiente capacidad y capaz de mantener una velocidad de carga continua y uniforme.

La máquina a emplearse será calibrada por lo menos cada doce meses cuando es instalada en el laboratorio cuando haya sido reparada de partes que tengan efecto sobre el sistema de indicación de la carga o cuando se tenga razón para dudar de la exactitud de los resultados.

El porcentaje de error para las cargas, dentro del rango de su utilización, no excederá de $\pm 1\%$.

La máquina de ensayo deberá tener espacio suficiente para colocar la viga de ensayo con comodidad, así como los dispositivos de calibración.

(Indecopi, 2012)

2.2.3.6.2 APARATOS DE CARGA

El aparato será capaz de mantener constante la distancia entre apoyos y la distancia entre placas de carga, con aproximación de 2.0 mm.

La carga deberá aplicarse perpendicularmente a la cara superior de la viga de tal manera que se evite toda excentricidad.

La dirección de las reacciones deberá ser paralela a la dirección de la carga aplicada mientras se realice la prueba.

La carga debe ser incrementada gradualmente y sin impacto.

(Indecopi, 2012)

El dispositivo debe ser capaz de mantener fija la distancia entre los puntos de carga y los puntos de apoyo del espécimen con una tolerancia de ± 2 mm; además, las reacciones deben ser paralelas a la dirección de las fuerzas aplicadas durante el tiempo que dure la prueba.

(Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2008)



La relación entre la distancia desde el punto de aplicación de la carga a su reacción más cercana y la altura de la viga no debe ser menor que $1.5 \pm 2\%$.

Si es que se utiliza un equipo, las placas de carga y de apoyo no tendrán más de 60 mm de altura, medida desde el centro o eje de pivote y deberán abarcar todo el ancho de la viga. Cada superficie de apoyo tendrá en contacto con la viga no se apartara de un plano por más de 0.051 mm, tendrá forma cilíndrica y su eje deberá coincidir con el del rodillo o con el centro de la rótula esférica, según sea el caso. El ángulo definido por la superficie de curva de cada placa deberá tener por lo menos 45° .

Las placas de carga y de apoyo deberán mantenerse en posición vertical y en contacto con el rodillo o rotula esférica por medio de tornillos con resortes que los mantengan en contacto.

(Indecopi, 2012)

2.2.3.6.3 INDICACIÓN DE LA CARGA

Si la máquina registra las cargas sobre un dial o en forma digital, los incrementos de lectura leídos en la escala del dial o indicada en la pantalla serán por lo menos 0.2% de la escala total.

(Indecopi, 2012)

2.2.3.7 ENSAYO

2.2.3.7.1 VIGAS

Se llama viga con soporte simple o viga sencilla. Tiene soportes cerca de sus extremos que solo la restringen contra movimiento vertical. Los extremos de la viga están libres para girar. Cuando las cargas tienen una componente horizontal o cuando el cambio en la longitud de la viga debido a la temperatura puede ser importante, los soportes también tendrán que evitar el movimiento horizontal. En ese caso, suele ser suficiente la restricción horizontal en un soporte. La distancia entre los soportes se llama claro. La carga llevada por cada soporte se llama una reacción.

(S. Merritt, 1982)



Las vigas a ensayar serán preparadas de acuerdo con el método de ensayo indicado en la NTP 339.044 y NTP 339.045, siempre y cuando se conserve el siguiente criterio.

La viga tendrá una luz libre entre apoyos equivalente a tres veces su altura. Las caras laterales de la viga formaran ángulos rectos con las caras superior e inferior de la misma (Figura N° 12). Todas las superficies deberán ser lisas y libres de porosidad (cangrejeras) o marcas de identificación no apropiadas.

(Indecopi, 2012)

2.2.3.7.2 PROCEDIMIENTO

La prueba de flexión se realizara tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado. Las vigas con superficie seca arrojan resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona esta para que la tensión corresponda a la superficie o al fondo de la misma tal como se hizo el corte inicialmente.

(Indecopi, 2012)

El Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla.

(American Society for Testing Materials, 2008)

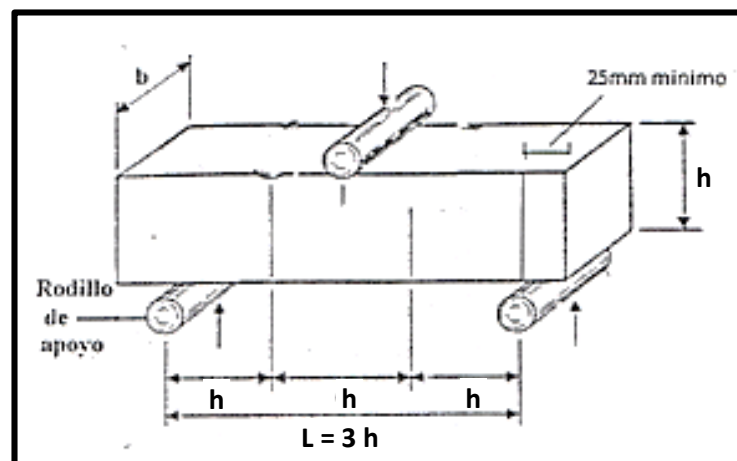
Si no se obtiene un contacto completo entre viga y las placas de aplicación de carga o de apoyo será necesario refrentar, lijar o suplementar con tiras de cuero. Se pondrán utilizar tiras de cuero solamente cuando cualquiera de las superficies de contacto entre la viga y las placas o soportes defieran de un plano en no más de 0.5 mm.

Las tiras de cuero serán de un espesor uniforme de 6 mm y tendrán un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm, se extenderán a todo el ancho de la viga. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0.86 MPa/min y 1.21MPa/min, hasta producir la rotura de la viga.

Tomar tres medidas a lo largo de cada dimensión (una en cada extremo y al centro) con aproximación a 1 mm, para determinar el ancho promedio, altura promedio y ubicación de la línea de fractura de la viga en la sección de falla. Si la fractura ocurre en una sección de refrentado, se incluye la medida del espesor de la capa.

(Indecopi, 2012)

FIGURA N° 12
ENSAYO A FLEXIÓN



FUENTE: (NTP 339.079.- Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo, 2012).

2.2.3.8 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Si la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz, el módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = 3PL/2bh^2$$

Mr: Es el módulo de rotura, kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura, en Kg-f.

L: Es la luz libre entre apoyos, en cm.



b: Es el ancho promedio de la viga, en la sección de falla, cm.

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de la falla, cm.

(Indecopi, 2012)

NOTA: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados.

El módulo de rotura es el esfuerzo calculado con la fórmula de flexión, y corresponde al momento máximo de flexión que soporta una viga en el momento de la falla. Por lo general es bastante mayor que el esfuerzo unitario máximo real de la viga; pero a veces, se utiliza para comparar la resistencia de vigas con la misma sección transversal y material.

(S. Merritt, 1982)

2.2.3.9 INFORME

El informe incluirá los siguientes datos:

- Identificación de la viga
- Ancho promedio en cm, con aproximación a 1 mm, en la fractura.
- Altura promedio en cm, con aproximación a 1 mm, en la fractura.
- Luz libre entre apoyos, en cm.
- Carga máxima en kg.
- Módulo de rotura en kg/cm².
- Edad de la viga.
- Historia del cuadro y condiciones de humedad de la viga en el momento del ensayo
- Defectos observados en la viga. Si los hubiera.
- Tipo de recubrimiento utilizado.

(Indecopi, 2012)

2.2.3.10 PRECISIÓN

Cuando se trate de un mismo operador en un laboratorio (UNI OPERADOR), el coeficiente de variación se ha establecido en 5.7% luego los resultados de dos ensayos sobre vigas de una misma tanda, no difieran en más de 16%.

Cuando se trate de varios laboratorios (MULTILABORATORIO), el coeficiente de variación se ha establecido en 7.0% luego los resultados de dos ensayos sobre vigas de una misma tanda, no difieran en más de 19%.

(Indecopi, 2012)

2.2.3.11 DESVIACIÓN

En la presente norma no se establece la desviación mientras no sea aceptado un procedimiento normalizado para determinarla.

(Indecopi, 2012)

2.2.4 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN BRIQUETAS

La resistencia es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general, se determina por la resistencia final de una probeta en compresión; pero, en ocasiones por la capacidad de flexión o de tensión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

(S. Merritt, 1982)

La resistencia del concreto está definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

(Rivva López, Concreto: Diseño de Mezclas, 2014)

2.2.4.1 OBJETO

La presente Norma establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, moldeadas con hormigón o de testigos diamantinos extraídos de concreto endurecido. Se limita a concretos que tienen un peso unitario mayor de 800 kg/cm².

(American Society for Testing Materials, 2008)

"La verificación del cumplimiento de los requisitos para $f'c$, se basará en los resultados de probetas de concreto preparadas y ensayadas de acuerdo a las Normas. Se considera como un ensayo de resistencia, al promedio de los resultados de dos probetas cilíndricas preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días de moldeadas las probetas"

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2015)

2.2.4.2 REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 400.002:1968	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. Terminología y definiciones.
NTP 339.034:1999	CONCRETO. Método de Ensayo a la Compresión de probetas de concreto.
ASTM C39:2015	CONCRETO. Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

2.2.4.3 RESUMEN DEL MÉTODO

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra.

El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

El esfuerzo a la compresión del espécimen es calculado dividiendo la máxima carga obtenida durante el ensayo por el área de la carga axial del espécimen. Los resultados a la compresión obtenidos pueden depender de la forma y el tamaño del espécimen, la pasta del cemento, los procedimientos de la mezcla, los métodos de muestreo, fabricación, la edad y las condiciones de humedad durante le curado.

(American Society for Testing Materials, 2008)



Un resultado de prueba es el promedio de por lo menos dos pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo de la misma edad. En la mayoría de los casos, los requerimientos de la resistencia para el concreto se realizan a los 28 días.

(American Society for Testing Materials, 2008)

2.2.4.4 APARATOS Y MUESTRAS

2.2.4.4.1 MÁQUINA DE ENSAYO

La máquina de ensayo es de cualquiera de los tipos de uso corriente, de suficiente capacidad y capaz de mantener una velocidad de carga continua y uniforme.

El porcentaje de error para las cargas, dentro del rango de su utilización, no excederá de $\pm 1.0\%$.

Deberá tener espacio suficiente para colocar la probeta de ensayo con comodidad, así como los dispositivos de calibración.

(American Society for Testing Materials, 2008)

La máquina estará provista de dos bloques de acero de superficie sólida, entre los cuales se comprimen las probetas sometidas al ensayo.

Los puntos de las superficies de contacto de ambos cabezales con las correspondientes bases de la probeta, no se deben apartar más de 0.025 mm de la superficie de un plano. Los bloques nuevos tendrán la mitad de esta tolerancia.

El diámetro de la superficie plana de cada uno de los cabezales será por lo menos igual y preferentemente algo mayor que el diámetro de la probeta.

(American Society for Testing Materials, 2008)

Los moldes para especímenes o fijadores que están en contacto con el concreto deben ser hechos de acero, hierro fundido, u otro material no absorbente, no reactivo con el concreto que contenga cemento portland u otros



cementos hidráulicos. Los moldes deben cumplir con las dimensiones y tolerancias especificadas en el método para los especímenes que requieran. Los moldes deben mantener sus dimensiones y forma bajo todas las condiciones de uso. Los moldes reusables deben ser ligeramente recubiertos con aceite mineral o un material desencofrante no reactivo adecuado, antes de su uso.

(American Society for Testing Materials, 2008)

2.2.4.4.2 MUESTRAS

- Las probetas de ensayo deben cumplir en cuanto a dimensiones, preparación y curado con las normas NTP.339.033 y NTP.339.034, según se trate de probetas de obra o de laboratorio.
- Las probetas se ensayan inmediatamente después de ser retiradas del agua o de la cámara de curado. En caso que debe transcurrir cierto tiempo entre el curado y el ensayo, se mantienen húmedas, cubriéndolas con paños y lienzos humedecidos, hasta el momento del ensayo. El ensayo se realiza con la probeta en estado húmedo.

(Indecopi, 2009)

2.2.4.5 MEDICIONES

El diámetro de la probeta se determina, mediante un calibrador micrométrico, con la aproximación de 0.1 mm promediando las longitudes de dos diámetros normales medidos en la zona central de la probeta. La altura de la probeta, incluyendo las capas de terminado se miden con aproximación al milímetro.

(Indecopi, 2009)

2.2.4.6 ENSAYO

2.2.4.6.1 COLOCACIÓN DE LA PROBETA

Antes de iniciar cada ensayo, se limpian cuidadosamente las superficies planas de contacto de los bloques superior e inferior de la máquina y también ambas bases de cada probeta. Se coloca la probeta sobre el bloque inferior de apoyo, y se centra sobre la superficie del mismo, tratando que la probeta quede centrada con el bloque superior.

(Indecopi, 2012)

2.2.4.6.2 VELOCIDAD DE LA CARGA

La carga deberá ser aplicada en forma continua, evitando choques, se aplicará la velocidad de carga continua y constante, desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta registrando el valor de la carga máxima, el tipo de rotura y además toda la observación relacionada con el aspecto del concreto en la zona de rotura. Se podrá aplicar una velocidad de carga inicial mayor hasta llegar a la mitad de carga resistente esperada, luego reducirla a velocidad continua y constante, hasta producir la rotura de la probeta. En los momentos finales del ensayo, cuando la probeta se deforma rápidamente, no se debe modificar la velocidad de aplicación de la carga.

(Indecopi, 2009)

2.2.4.7 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

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

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Dónde:

- R_c : Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por centímetro cuadrado.
- G : Es la carga máxima de rotura, en kilogramos.
- d : Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.

(American Society for Testing Materials, 2008)

Si la relación altura/diámetro (L/D) de la probeta es menor de 1.8, corregir el resultado obtenido multiplicando por el correspondiente factor de corrección:

L / D	→	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	→	0.98	0.96	0.93	0.87

(Indecopi, 2009)



El módulo y la resistencia aumenta con la edad. La resistencia puede aumentarse disminuyendo la proporción agua – cemento, utilizando agregados para mayor resistencia, graduando los agregados para producir menor porcentaje de huecos en el concreto, curando el concreto en húmedo después de que ha fraguado, añadiendo una puzolana como ceniza ligera, vibrando el concreto en las formas o cimbras y succionando el exceso de agua, del concreto que está en las formas, con una bomba de vacíos.

(S. Merritt, 1982)

2.2.5 PAVIMENTO

Estructura compuesta por capas que apoyo en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla por un lapso denominado Periodo de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. En definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

En ingeniería, es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el concreto y las mezclas asfálticas. El pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a transmitir las cargas aplicadas por el tránsito. Existen cuatro tipos de pavimentos, los flexibles (asfalto), los semirígidos, articulados y rígidos (concreto hidráulico).

(NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, 2010)

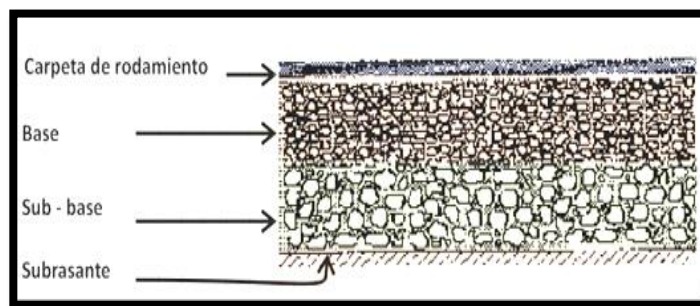
Según (Chacón & Pinto, 2013), los tipos de pavimento son:

2.2.5.1 TIPOS DE PAVIMENTOS

2.2.5.1.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

Es una estructura formada por: subrasante, subbase, base, carpeta asfáltica. Este es un pavimento que resulta más económico en comparación al pavimento rígido, este tiene un periodo de vida que oscila entre los diez y quince años, pero por otro lado necesita un mantenimiento constante para concluir con su vida útil.

FIGURA N° 13
SECCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE



FUENTE: MANUAL PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS

Cumple los siguientes propósitos:

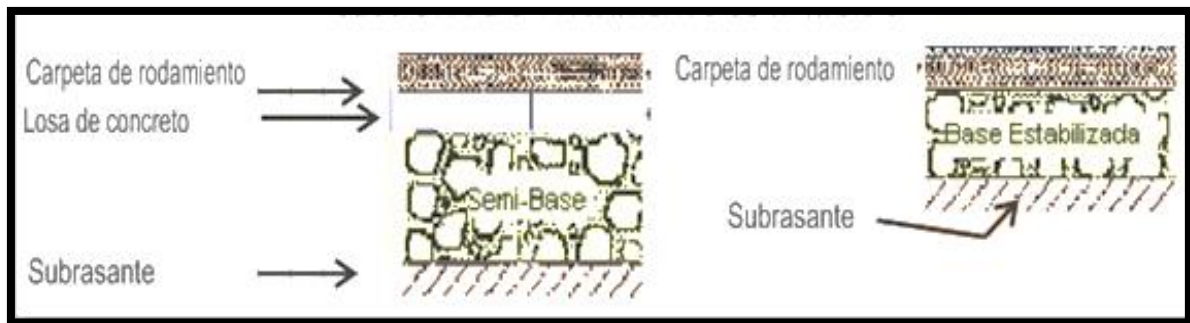
- Soportar y transmitir las cargas que se presenten con el paso de los vehículos.
- Ser suficientemente impermeable.
- Soportar el desgaste producido por el tránsito y por el clima.
- Mantener una superficie cómoda y segura (antideslizante), para el rodamiento de los vehículos.
- Mantener un grado de flexibilidad para cubrir los asentamientos que presente la capa inferior (base o subbase).

2.2.5.1.2 PAVIMENTO SEMIRÍGIDO

Es un pavimento especial ya que es una estructura combinada compuesta por una carpeta bituminosa flexible apoyada sobre estructuras rígidas como losas antiguas de concreto o bases estabilizadas con cementos similares. Su análisis

es complejo debido a la rigidez de las capas. Si el espesor no es adecuado, en ocasiones refleja las grietas preexistentes en las losas de concreto. Guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible exceptuando su componente rígido.

FIGURA N° 14
SECCIÓN DE UN PAVIMENTO SEMI RÍGIDO

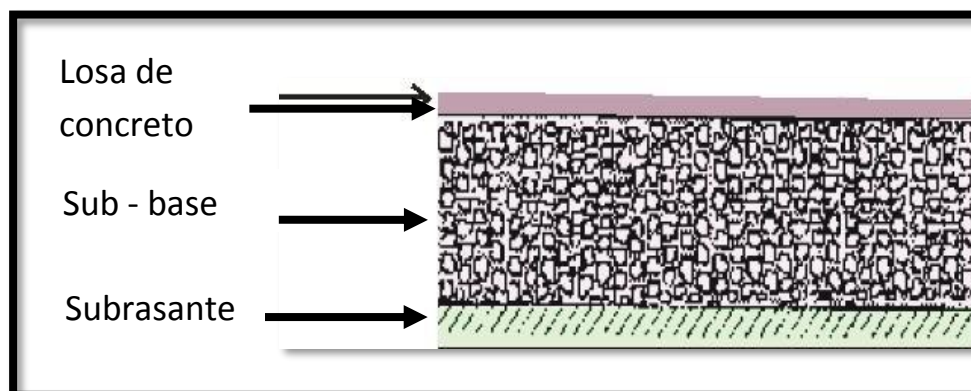


FUENTE: MANUAL PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS

2.2.5.1.3 PAVIMENTO RÍGIDO

Estos pavimentos se conforman por una subbase y una losa de concreto hidráulico, la cual le va a dar una alta resistencia a la flexión. Además de los esfuerzos a flexión y compresión, este tipo de pavimento se va a ver afectado en gran parte los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por los cambios de temperatura y condiciones climáticas.

FIGURA N° 15
SECCIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO



FUENTE: MANUAL PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS

En su diseño toma como parámetros los siguientes conceptos:

- Volumen, tipo y peso de los vehículos que transitarán por esa vialidad.
- Módulo de reacción de la subrasante.
- Resistencia del concreto que se va a utilizar.
- Condiciones climáticas.

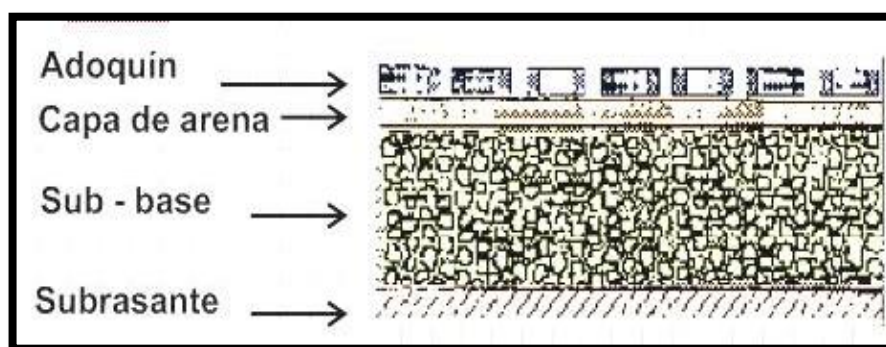
2.2.5.1.4 PAVIMENTO ARTICULADO

Un pavimento articulado, es aquel pavimento formado típicamente por una base granular, una capa o cama de arena de asiento, los adoquines intertrabados de concreto, la arena de sello, los confinamientos laterales y el drenaje, construido sobre una subrasante de suelo preparado para recibirlo.

Los pavimentos de adoquines intertrabados se construyen de tal manera que las cargas verticales de los vehículos se transmitan a los adoquines intertrabados adyacentes por corte a través de la arena de sello de las juntas.

Su diseño, contempla la existencia de una subrasante, subbase, capa de arena y adoquín. Como todo pavimento, debe estar de acuerdo con la capacidad de soporte de la subrasante para prevenir su deformación

FIGURA Nº 16
SECCIÓN DE UN PAVIMENTO ARTICULADO



FUENTE: MANUAL PARA LA REVISIÓN DE DISEÑOS DE PAVIMENTOS

2.2.5.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS

El diseño de pavimento está conformado por dos grandes fases:



- **La definición de factores objetivos o externos.**

Estos aspectos no dependen directamente del método del diseño o del analista y están relacionados con las circunstancias o ambiente del proyecto. Los más importantes son los siguientes:

- Caracterización del material de la sub-rasante, fundaciones o calidad de suelos.
- Tránsito y su cuantificación.
- Materiales y mezclas disponibles que serán empleados en el pavimento.
- El clima

- **La determinación de los espesores de capas.**

Ambas etapas deben ser desarrolladas simultáneamente: cada una depende de la otra; los espesores resultantes serán función de las características de los materiales y mezclas empleados en su construcción, y los espesores podrán condicionar las exigencias del clima y calidad que se impongan sobre los materiales a ser empleados en el pavimento.

Para decidir qué tipo de pavimento se ha de utilizar hay muchos factores los cuales deben ser analizados detalladamente con el fin de tomar una decisión que haga óptimo el diseño de acuerdo a las necesidades, así como los insumos con los que se cuenta. Los cuales puedan ser contrastados en una posterior verificación.

(Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua, 2008)

2.2.5.3 DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Según (Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón, 2009):

2.2.5.3.1 METODO DE LA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

El método de la Portland Cement Association de los Estados Unidos, sirve para determinar los espesores de losas que sean apropiados para soportar las cargas de tráfico en calles, caminos y carreteras de concreto.

El propósito de diseño es el mismo para otras estructuras de ingeniería: obtener el espesor mínimo que resultará en el costo anual más bajo, para los

costos de inversión inicial y de mantenimiento. Si el espesor es mayor de lo necesario, el pavimento prestará un buen servicio con bajos costos iniciales. Una correcta ingeniería requiere que los diseños de espesores, balanceen apropiadamente el costo inicial y los costos de mantenimiento.

Mientras que nos centraremos en el tópico del diseño de espesores, otros aspectos de diseño son igualmente importantes para asegurar el buen funcionamiento y la duración del pavimento de concreto. Estos son:

- Provisión para un soporte razonablemente uniforme.
- Prevención del “bombeo” o expulsión de lodo en el caso de subbases relativamente delgadas, ya sean tratadas o no tratadas con cemento, en caso que el tráfico esperado de camiones sea suficientemente grande como para causarlo.
- Uso de un diseño de juntas que garantice una adecuada transferencia de cargas y facilite el uso de sellos si son requeridos para hacerlas efectivas, prevenga daños de las mismas debido a filtraciones.
- Uso de un diseño de mezclas y agregados que proporcionen un concreto de buena calidad, con la resistencia y durabilidad necesarias, bajo las condiciones actuales de exposición.
- Los criterios de diseño de espesores sugeridos están basados en la experiencia del comportamiento general de pavimentos.

Si se dispone de experiencia del comportamiento específico regional o local en condiciones más favorables o adversas, los criterios de diseño pueden ser apropiadamente modificados. Estas condiciones particulares pueden ser de clima, suelos o drenaje e innovaciones futuras en los diseños.

2.2.5.3.2 APLICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

Los procedimientos de diseño dados se aplican a los siguientes tipos de pavimentos de concreto: simple, simple con pasajuntas, con refuerzo discontinuo y con refuerzo continuo.



Los pavimentos de concreto simple se construyen sin acero de refuerzo y sin barras pasajuntas en las juntas (dowels). La transferencia de cargas es obtenida por una trabazón (interlock) de agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas.

Los pavimentos de concreto simple con pasajuntas se construyen sin acero de refuerzo; sin embargo, se instalan barras lisas de acero liso (denominadas pasajuntas) en cada junta de contracción como elementos de transferencia de cargas, empleándose espaciamientos relativamente cortos entre juntas para controlar el agrietamiento.

Los pavimentos reforzados contienen además del acero de refuerzo, barras, pasajuntas para, la transferencia de cargas en las aberturas de contracción. Estos pavimentos son construidos con espaciamientos de juntas mayores que los usados en pavimentos reforzados.

Usualmente se desarrollan una o más fisuras transversales entre las juntas de contracción, las cuales se mantienen cerradas por el acero de refuerzo, consiguiéndose proveer de una buena transferencia de cargas.

Los espaciamientos de juntas comúnmente usados y que trabajan bien, son de 15 pies para pavimentos de concreto simple, no más de 20 pies para pavimentos con pasajuntas y no más de 40 pies para pavimentos reforzados. Espaciamientos mayores a los señalados han sido usados, pero a veces son causa de daños en las juntas y de la formación de fisuras intermedias entre ellas.

Los pavimentos con refuerzo continuo se construyen sin juntas de contracción. Debido al refuerzo de acero continuo relativamente denso en la dirección longitudinal, ellos desarrollan fisuras transversales a intervalos cercanos. Se desarrolla un alto grado de transferencia de cargas en las caras de esas fisuras, que se mantienen firmemente unidas por el acero de refuerzo.

Los procedimientos de diseño que se proporcionan, cubren las condiciones que no han sido directamente tratadas por otros procedimientos. Estos incluyen el reconocimiento de:

1. El grado de transferencia de cargas en las juntas transversales proporcionado por los diferentes tipos de pavimentos descritos.
2. El efecto de utilizar una berma de concreto adyacente al pavimento. Las bermas de concreto reducen los esfuerzos flectores y las deflexiones causadas por las cargas.
3. El efecto de usar una subbase de concreto pobre, la cual reduce los esfuerzos y deflexiones del pavimento, dotando de un soporte considerable cuando los camiones pasan sobre las juntas y de resistencia a la erosión de la subbase causadas por las deflexiones repetidas del pavimento.
4. Dos criterios de diseño: (a) fatiga, para mantener los esfuerzos del pavimento debidos a la acción de cargas repetidas, dentro de los límites seguros previniendo así el agrietamiento por fatiga; y (b) erosión, para limitar los efectos de las deflexiones del pavimento en el borde de las losas, juntas y esquinas controlando así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas.

El criterio por erosión es necesario ya que algunas formas de daños del pavimento tales como bombeo, fallas y daños de las bermas no son debidos a la fatiga.

5. Los ejes triples pueden ser considerados en el diseño. Mientras que las configuraciones convencionales para ejes simples y tándem, son aún las cargas predominantes en las carreteras, el uso de ejes triples (Trídem) van en aumento. Ellos se observan en algunas carreteras para camiones pesados y en carreteras especiales para transporte de carbón de piedra u otros minerales. Los ejes trídem pueden ser más dañinos por el criterio de erosión (deflexión) que por el criterio de fatiga.

La selección de un espesor adecuado está condicionada a la elección de otras características de diseño – sistema de juntas, tipo de subbase si es necesaria, y tipo de berma. Con esas condiciones adicionales de diseño, los



requerimientos de espesor de diseño alternativos, los cuales incluyen el costo, pueden ser comparados directamente.

2.2.5.3 BASES PARA EL DISEÑO

Los métodos de diseño de espesores presentados, se basan en el conocimiento de la teoría de pavimentos, en su comportamiento, y en experiencias de investigación de las siguientes fuentes:

1. Estudios teóricos del comportamiento de las losas del pavimento realizados por Westergaard, Pickett y Ray, y recientes análisis de cómputo desarrollados por elementos finitos, uno de los cuales es usado como la base para éste procedimiento de diseño.
2. Pruebas y modelos a escala natural tales como los Ensayos de Arlington y varios proyectos de investigación conducidos por la PCA y otras agencias sobre subbases, juntas y bermas de concreto.
3. Pavimentos experimentales sujetos a pruebas de tráfico controlado, tales como los siguientes tramos carreteros: Experimentales (Road Test): Bates; Pittsburg; Maryland; AASHTO y estudios de pavimentos de carreteras en servicio realizados por varios departamentos estatales de transporte.
4. El comportamiento de pavimentos construidos normalmente, sujetos a tráfico mixto normal.

Todas estas fuentes de conocimiento son útiles. Sin embargo, el conocimiento obtenido del comportamiento de pavimentos construidos normalmente es la más importante. De acuerdo a ello, es esencial examinar la relación de los roles que el comportamiento y la teoría juegan en un procedimiento de diseño.

Métodos teóricos sofisticados desarrollados en años recientes permiten que las respuestas del pavimento – esfuerzos, deflexiones, presiones sean modeladas con más precisión. Estos análisis teóricos son una parte necesaria de un procedimiento de diseño mecanístico, porque ellos permiten la consideración de un rango completo de combinaciones de las variables de diseño.

Un segundo aspecto importante del procedimiento de diseño es el criterio aplicado a los valores teóricos computados – valores limitantes permisibles de esfuerzos. Deflexiones o presiones. Definiendo así el criterio de que los resultados de diseño son reflejo de la experiencia del comportamiento del pavimento y que los datos de investigaciones son fundamentales en el desarrollo de un procedimiento de diseño.

2.2.5.3.4 FACTORES DE DISEÑO

Después de seleccionar el tipo de pavimento de concreto (pavimento simple con o sin pasajuntas, pavimento reforzado con juntas con pasajuntas, o pavimento continuamente reforzado), tipo de subbase si es necesaria, y tipo de berma (con o sin berma de concreto, sardinel y cuneta o sardinel integral); el espesor de diseño es determinado en base a los cuatro factores siguientes:

1. Resistencia del concreto a la flexión (módulo de rotura MR).
2. Resistencia de la subrasante, o subrasante y subbase combinadas (k).
3. Los pesos, frecuencias, y tipos de cargas axiales de camión que el pavimento soportará.
4. El periodo de diseño, que en éste y otros procedimientos usualmente es considerado como de 20 años, pudiendo ser más o menos.

(Instituto Boliviano del Cemento y el hormigón, 2009)

2.2.5.4 FALLAS USUALES EN PAVIMENTOS

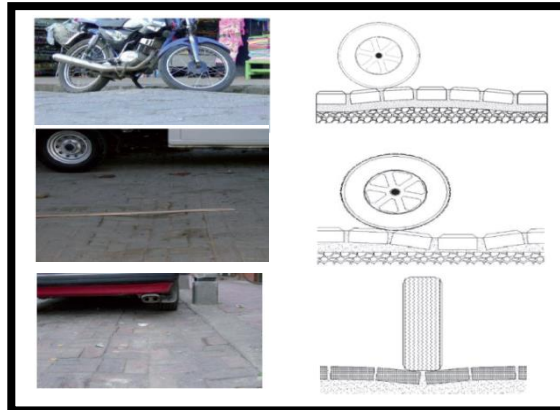
Según (Higuera Sandoval & Pacheco Merchán, 2010):

2.2.5.4.1 PAVIMENTO ARTICULADO

2.2.5.4.1.1 DEFORMACIONES EN LA SUPERFICIE DE ACABADO DEL PAVIMENTO

Una vez el pavimento articulado es dado al uso para el tráfico de vehículos, se pueden presentar deformaciones en la superficie acabada del pavimento. Las causas de estas deformaciones pueden ser varias. Casi siempre están relacionadas con deficiencias en la base del pavimento, o a la existencia de tuberías enterradas bajo el pavimento que pueden estar rotas o sus brechas mal compactadas.

FIGURA Nº 17

ABULTAMIENTO Y DEPRESIONES EN PAVIMENTOS ARTICULADOS

FUENTE: PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS ARTICULADOS

2.2.5.4.1.2 PÉRDIDA DEL SELLAMIENTO EN PAVIMENTOS ARTICULADOS

Si durante la vida útil de un pavimento articulado se presenta pérdida de la arena fina que hace el sellamiento entre ellos, debe hacerse su reposición para evitar que el agua penetre entre los adoquines y pueda dañar la capa de arena de apoyo y la base. La operación de reposición de la arena de sellamiento no debe ser considerada como una reparación sino más bien como una operación de mantenimiento preventivo del pavimento.

Entre las principales causas de este problema podemos mencionar: El lavado del pavimento con chorro de manguera y una excesiva escorrentía superficial por deficiencias en el drenaje superficial del pavimento.

FIGURA Nº 18

JUNTAS ABIERTAS EN EL PAVIMENTO ARTICULADO

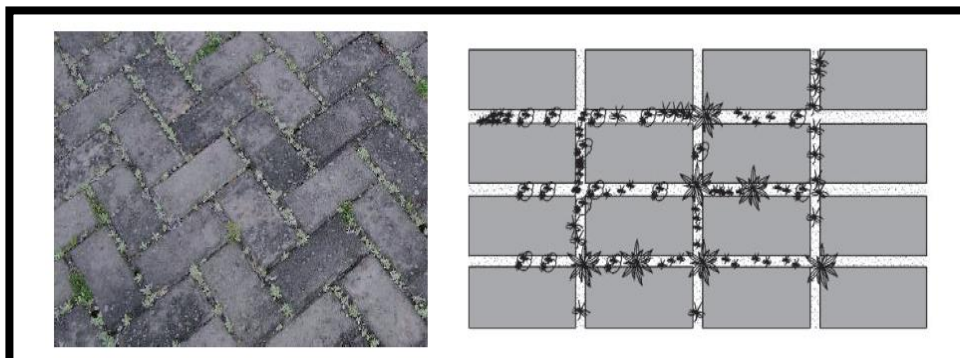
FUENTE: PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS ARTICULADOS

2.2.5.4.1.3 CRECIMIENTO DE MATERIAL VEGETAL EN PAVIMENTOS ARTICULADOS

En las zonas del pavimento articulado que presenten tráfico muy bajo, es común que aparezca el crecimiento de material vegetal entre los adoquines. Este material vegetal no afecta para nada la estabilidad del pavimento pero si daña su aspecto estético.

La principal causa de este problema es el poco tráfico sobre la zona, lo cual permite el crecimiento natural de hierbas o maleza sobre la arena de sellamiento entre los adoquines, y la falta de mantenimiento estético del pavimento.

FIGURA Nº 19
CRECIMIENTO DE MATERIAL VEGETAL EN EL PAVIMENTO ARTICULADO



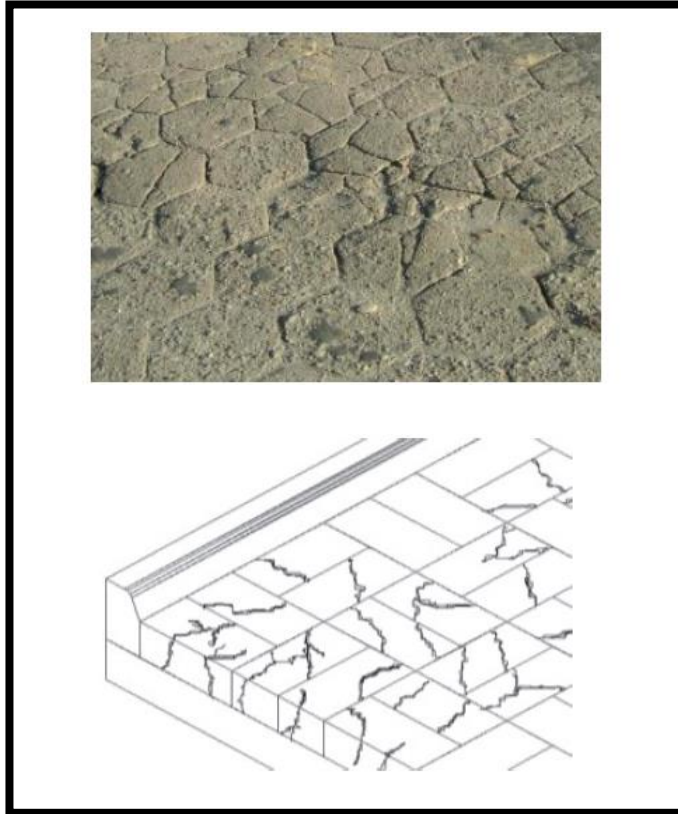
FUENTE: PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS ARTICULADOS

2.2.5.4.1.4 FRACTURAMIENTO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS:

Si durante la vida útil del pavimento articulado se presenta fracturamiento exagerado de las piezas, es signo de que existe un problema grave en él.

La causa de este problema puede ser un error en la selección del tipo de adoquín de acuerdo al tráfico esperado en el pavimento, una deficiencia en la calidad de los adoquines, o finalmente, extraño pero ocurre con frecuencia, que se tiene un tráfico sobre el pavimento superior en exigencia al considerado en el diseño.

FIGURA N° 20
FRACTURAMIENTO DE PAVIMENTOS ARTICULADOS



FUENTE: PATOLOGÍA DE PAVIMENTOS ARTICULADOS

2.2.5.4.2 PAVIMENTO RÍGIDO

Según (José Heredia & asociados C.A., 2004)

2.2.5.4.2.1 GRIETAS

Las grietas son manifestaciones muy frecuentes de fallas causadas por la contracción del concreto, expansión de las losas de pavimento, defectos del suelo de fundación, acción de cargas de tráfico, falta de juntas de expansión, contracción o de construcción.

Los tipos de grietas son:

- Grietas de esquina
- Grietas diagonales
- Grietas longitudinales
- Grietas de restricción
- Grietas transversales

En el presente trabajo las grietas se han clasificado según su severidad, y se han identificado con la letra "G". Los niveles de severidad identificados son:

Baja, media y alta severidad. Para mayor entendimiento, los tipos de grietas se han dibujado en cada losa, exactamente como se presentan:

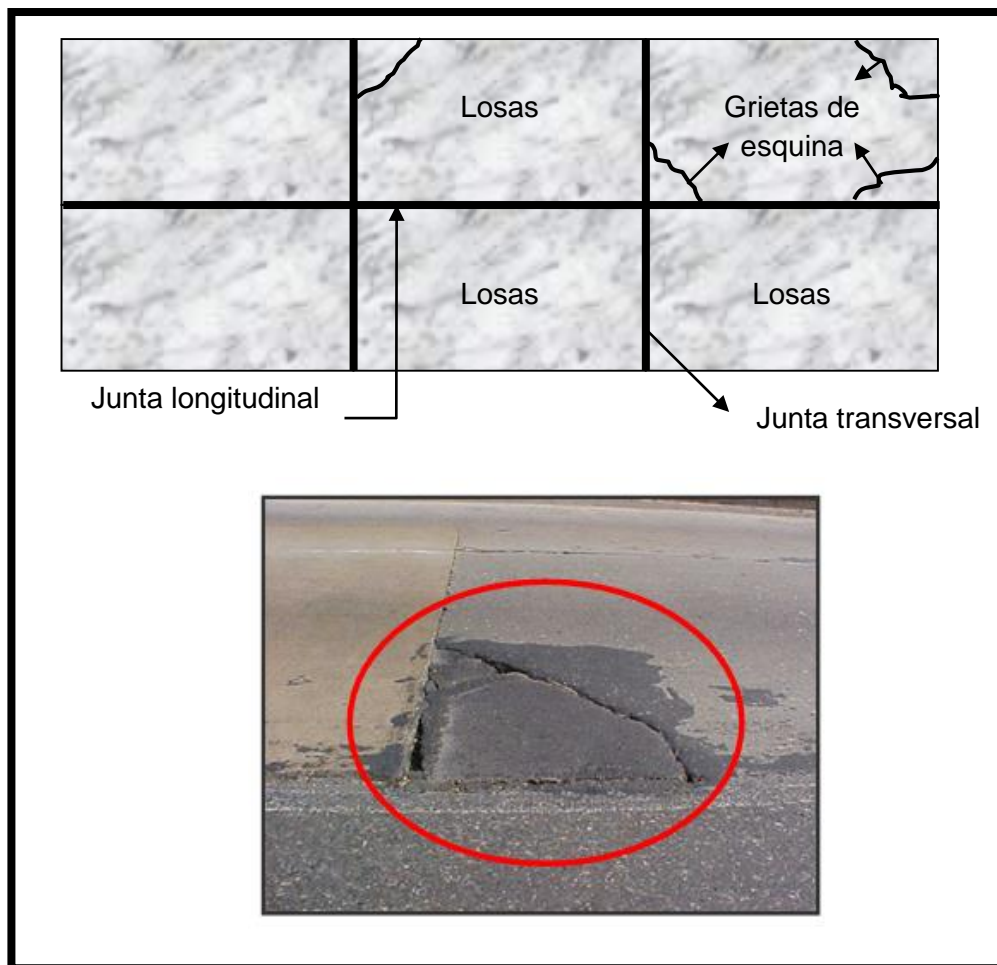
- G1 = Grieta de baja severidad
- G2 = Grieta de mediana severidad
- G3 = Grieta de alta severidad

- **GRIETAS DE ESQUINA**

Son grietas diagonales que forman un triángulo con el borde o junta longitudinal y una junta o grieta transversal. Estas grietas pueden originarse por acción de las cargas de tránsito sobre esquinas sin soporte o por alabeo de las losas.

También se originan por acción de las cargas sobre áreas débiles de la subrasante como se muestra en la Figura N° 21.

FIGURA N° 21
GRIETAS DE ESQUINA EN LA CARPETA DE RODADURA DEL
PAVIMENTO RÍGIDO



FUENTE: CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

- **GRIETAS DIAGONALES**

Son grietas en diagonal con la línea central de pavimento. Estas grietas se forman generalmente por la acción del tránsito sobre los extremos de losas que han quedado sin soporte por la acción del bombeo de la subrasante, como se muestra en la Figura N°22.

FIGURA N° 22
GRIETAS DIAGONALES EN LA CARPETA DE RODADURA DEL
PAVIMENTO RÍGIDO

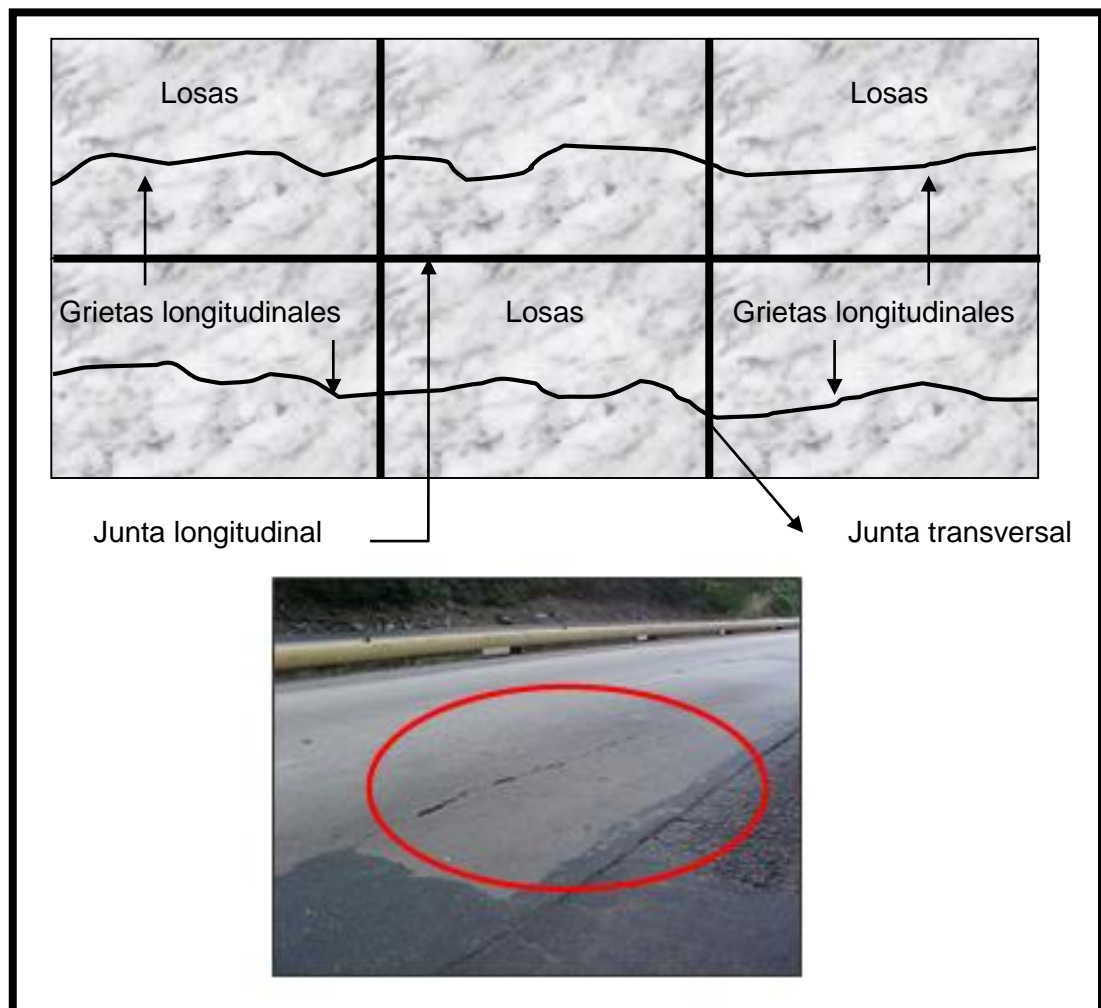


FUENTE: CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

- **GRIETAS LONGITUDINALES**

Son grietas casi paralelas al eje central del pavimento. Su origen puede deberse a falta de juntas longitudinales para eliminar los esfuerzos de contracción, materiales expansivos en la subbase o subrasante, esfuerzos de alabeo en combinación con las cargas, pérdidas de soportes en los bordes longitudinales por efecto de la acción del bombeo, como se muestra en la Figura N°23.

FIGURA N° 23
GRIETAS LONGITUDINALES EN LA CARPETA DE RODADURA DEL
PAVIMENTO RÍGIDO

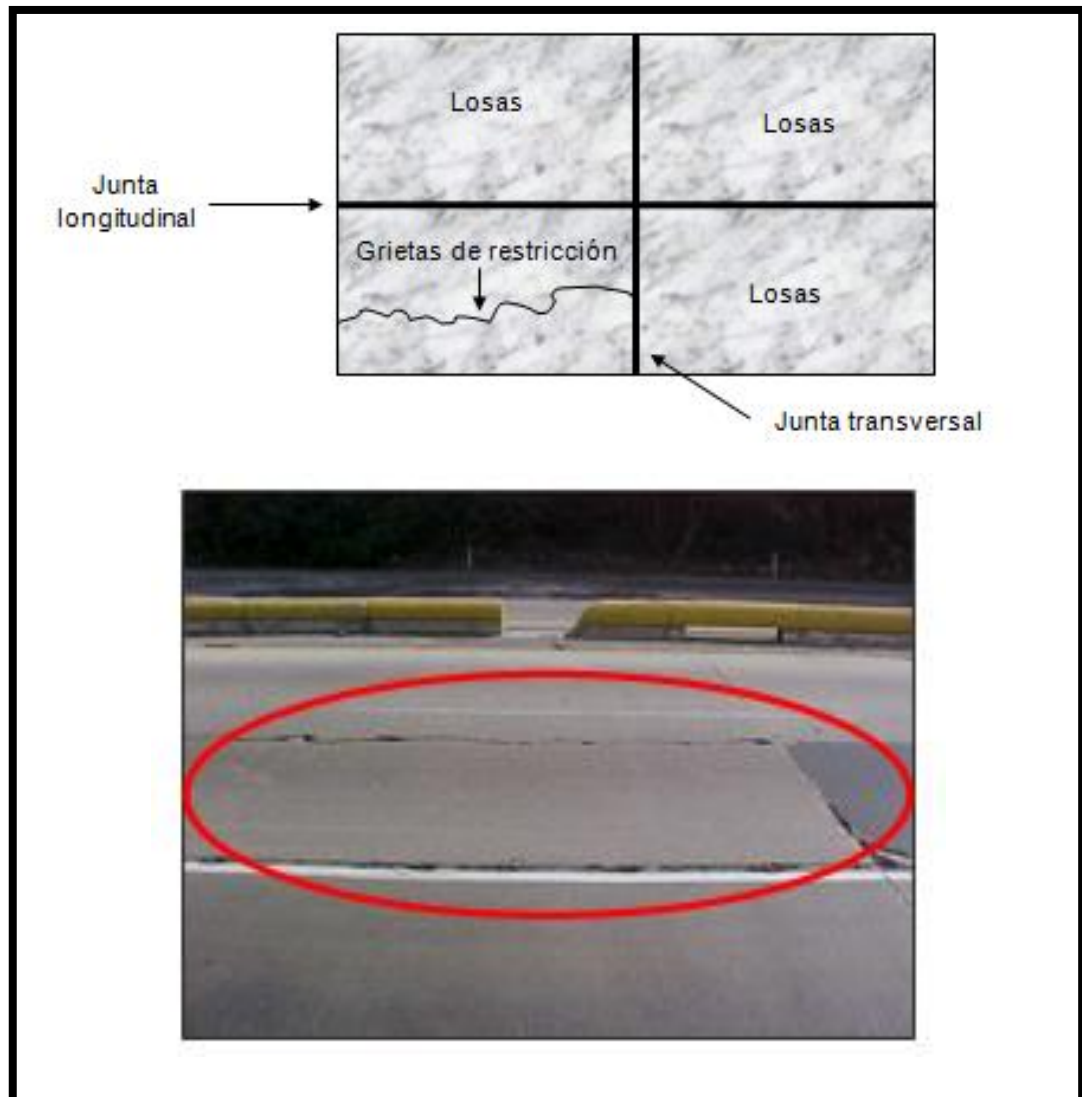


FUENTE: CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

- **GRIETAS DE RESTRICCIÓN**

Estas son grietas que comienzan de una distancia no mayor de un metro del borde exterior del pavimento y se dirigen siguiendo un alineamiento irregular hasta la junta transversal, la cual restringe la expansión de la losa, como se muestra en la Figura N°24.

FIGURA N° 24
GRIETAS DE RESTRICCIÓN EN LA CARPETA DE RODADURA DEL
PAVIMENTO RÍGIDO

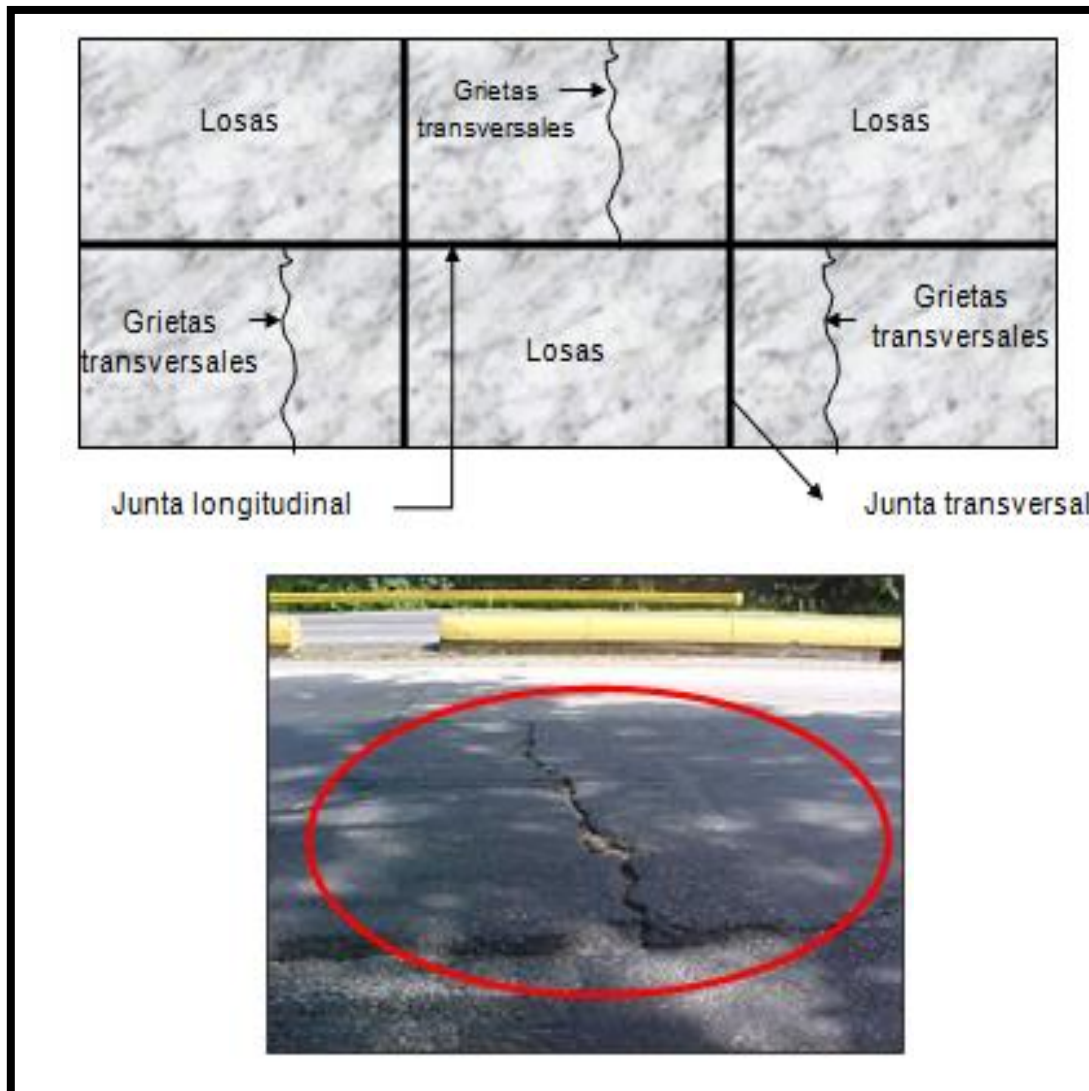


FUENTE: CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

- **GRIETAS TRANSVERSALES**

Son grietas en ángulos aproximadamente rectos con el eje central del pavimento. Algunas de las causas principales son sobrecarga de flexión repetida, de las losas sometidas a la acción del bombeo de la subrasante, las fallas del suelo de cimentación, la falta de juntas poco profundas, a la concentración del concreto, como se muestra en la Figura N°25.

FIGURA N° 25
GRIETAS TRANSVERSALES EN LA CARPETA DE RODADURA DEL
PAVIMENTO RÍGIDO



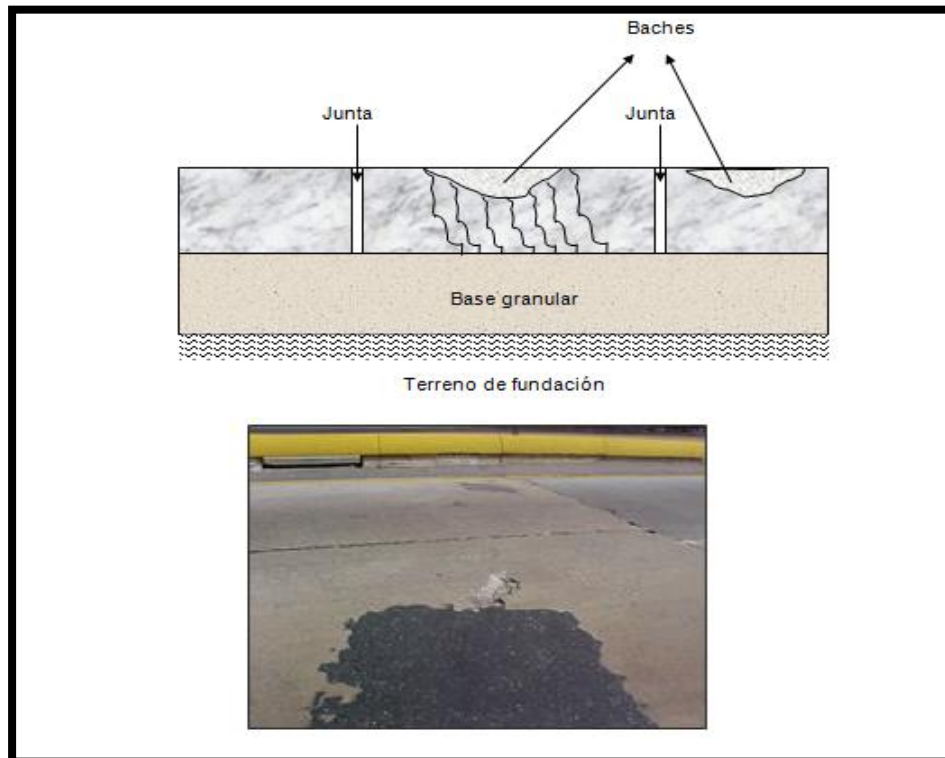
FUENTE: CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

2.2.5.4.2.2 BACHES

Son zonas específicas de la carpeta de rodamiento que se han desintegrado por acción del tránsito, y en la mayoría de los casos como una combinación de fallas producidas por grietas, deformaciones y bombeo, como se muestra en la Figura N°26.

FIGURA Nº 26

BACHES EN LA CARPETA DE RODADURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO



FUENTE: CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.

(José Heredia & asociados C.A., 2004)

2.2.6 COSTOS Y PRESUPUESTOS

2.2.6.1 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Según la (Cámara Peruana de la Construcción, 2003, pág. 242), podemos definir el costo directo como aquellos gastos que se pueden aplicar a una partida determinada y los costos indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra. Los detallaremos a continuación:

COSTOS DIRECTOS: El costo directo es la suma de los costos de los materiales (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra.

Las cantidades de materiales se establecen de acuerdo a condiciones pre establecidas físicas o geométricas dadas de acuerdo a un estudio técnico del mismo, teniendo como referencia las publicaciones especializadas o, siendo aún mejor elaborando los análisis con registros directos de obra, considerando

en razón a ello que los análisis de costos, responden a un proceso dinámico de confección.

Los insumos de materiales son expresados en unidades de comercialización, así tenemos: bolsa de cemento, metro cúbico de arena o piedra chancada, pie cuadrado de madera, kilogramo o varillas de fierros, etc.

(Cámara Peruana de la Construcción, 2003, pág. 15)

COSTOS INDIRECTOS: Según la (Cámara Peruana de la Construcción, 2003, pág. 242), los costos indirectos se clasifican en: Gastos Generales y Utilidad.

Los Gastos Generales se definen como aquellos gastos que debe efectuar el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de la obra. A su vez los Gastos Generales se subdividen en: Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra y Gastos Generales relacionados con el tiempo de obra.

La utilidad es un monto percibido por el contratista, porcentaje del Costo Directo del Presupuesto, y que forma parte del movimiento económico general de la empresa con el objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

2.2.6.2 PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA LA ESTIMACIÓN DEL GRADO DE SIGNIFICADO EN COSTOS

Según Fuente Propia y utilizando un criterio proporcional, para estimar el grado de significado en costos, se propone los siguientes rangos:

TABLA N° 19
PARÁMETROS DE SIGNIFICADO EN COSTOS

PARÁMETROS DE ESTIMACIÓN DEL GRADO DE SIGNIFICADO EN COSTOS			
GRADO	NO SIGNIFICATIVO	MODERADO	SIGNIFICATIVO
INCREMENTO (%)	< 9 %	9 - 11 %	> 11 %

FUENTE: PROPIA

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo cuantitativa, pues según (Monje Álvarez, 2011, pág. 13): Su constatación se realiza mediante la recolección de información cuantitativa orientada por conceptos empíricos medibles, derivados de los conceptos teóricos con los que se construyen las hipótesis conceptuales. El análisis de la información recolectada tiene por fin determinar el grado de significación de las relaciones previstas entre las variables. La medida y la cuantificación de los datos constituye el procedimiento empleado para alcanzar la objetividad en el proceso de conocimiento.

Podemos decir que la búsqueda de la objetividad y la cuantificación se orientan a establecer promedios a partir del estudio de las características de un número de objetos, en la presente investigación se estudiarán empíricamente 104 objetos o especímenes, divididos en dos grupos: 32 sometidos a compresión y 72 a flexión, cada grupo se subdivide a su vez en tres, los cuales dependerán del espesor de laja embebida en cada grupo de especímenes. El procedimiento cuantitativo nos permitirá identificar características promedio entre sí y poder responder a hipótesis planteadas, demostrando o no su validez.

3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

A través de un estudio descriptivo se pretende obtener información acerca del estado actual de los fenómenos. Naturalmente, recabar toda la información posible acerca de un fenómeno, se antoja como meta difícilmente alcanzable, pero, de acuerdo con los propósitos de estudio, el investigador determina cuáles son los factores o las variables cuya situación pretende identificar. La descripción puede incluir aspectos cualitativos y cuantitativos de los fenómenos, va, más allá de la manera de acumulación de datos, a un proceso de análisis e interpretación que, desde un marco teórico, realiza el investigador.

(Moreno Bayardo, 2000, pág. 128)

El nivel o alcance de la investigación es descriptivo, pues consistirá en la recabación de todos los datos posibles de los fenómenos cuyo estudio fue propuesto inicialmente, asimismo se realizará un análisis e interpretación de los resultados obtenidos para aclarar si satisface o no a las hipótesis planteadas.

3.1.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Cuando la lógica de un proceso de investigación es hipotético deductiva, una vez que se ha planteado el problema de investigación, se procede a su sustentación.

Con base a los elementos teóricos y conceptuales disponibles, el investigador llega a identificar elementos que se considerarán como relevantes para proponer una respuesta al problema, misma que se expresa en el planteamiento de hipótesis.

(Moreno Bayardo, 2000, pág. 205)

Ciertos enunciados singulares son hipotéticos, dado que con ayuda de un sistema teórico, pueden deducirse de ellos conclusiones tales que la falsación de éstas sea capaz de falsar los enunciados singulares en cuestión.

(Popper, 1980, pág. 73)

El método hipotético deductivo es el método de contrastar críticamente las teorías y de escogerlas, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en su contraste. Una vez presentada a título provisional una nueva idea, aún no justificada en absoluto sea una anticipación, una hipótesis, un sistema teórico o lo que se quiera, se extraen conclusiones de ella por medio de una deducción lógica; estas conclusiones se comparan entre sí y con otros enunciados pertinentes, con objeto de hallar las relaciones lógicas (tales como equivalencia, deductibilidad, compatibilidad o incompatibilidad, etc.) que existan entre ellas.

(Popper, 1980, pág. 32)

El método de investigación de la presente investigación es hipotético deductivo porque se plantea un problema, el cual nos permitirá establecer hipótesis, las cuales deduciremos con afirmación o negación, a partir de un contraste de



teorías y una ejecución del proceso de investigación seguido de la formulación de conclusiones. Asimismo se procederá a su sustentación con los resultados obtenidos a través de la demostración afirmativa o negativa de las hipótesis.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

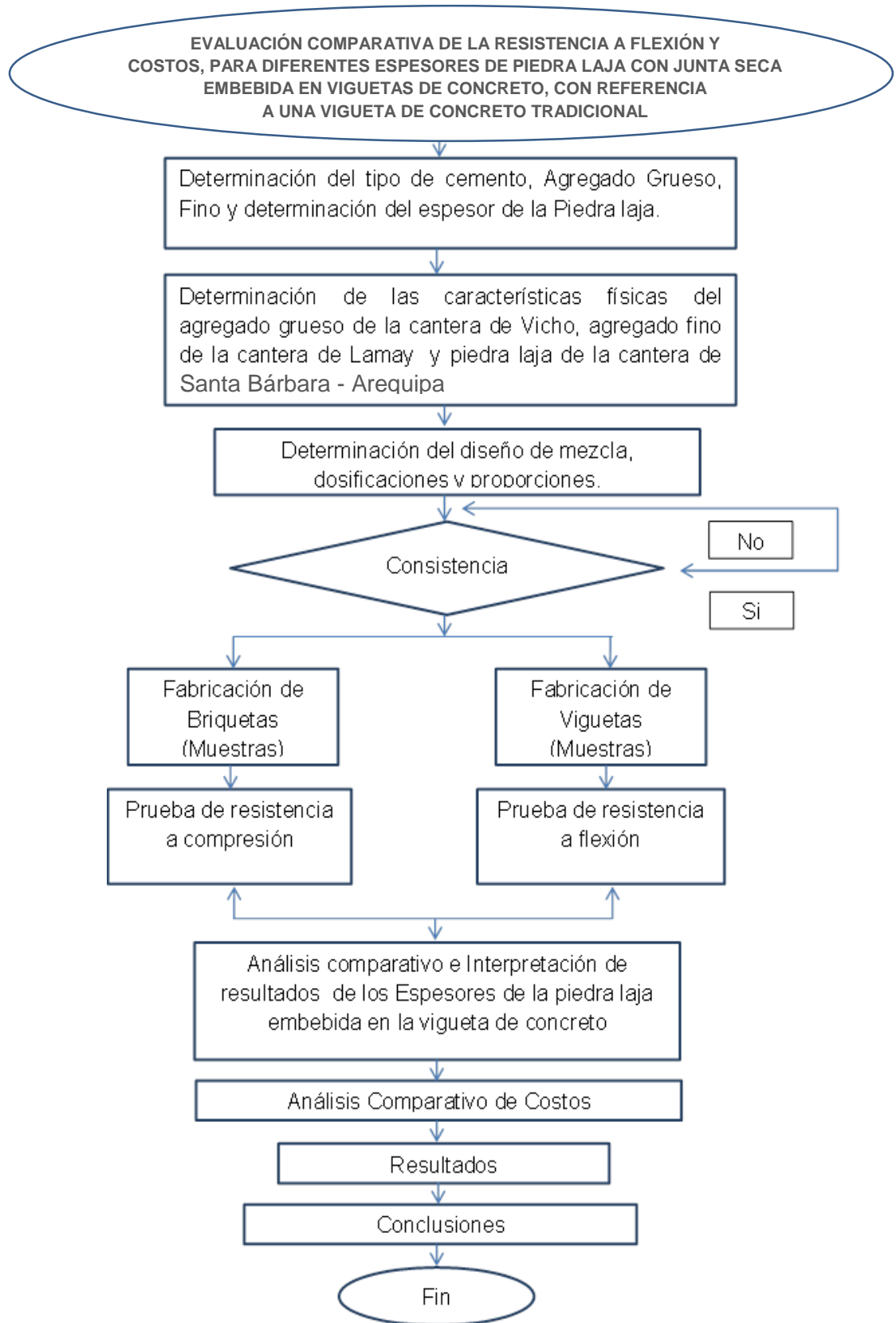
El diseño metodológico experimental se refiere a un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador.

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 101)

El diseño metodológico de la presente investigación es experimental porque se tiene el control sobre las variables y porque son plenamente manipulables, los hechos van a ocurrir y tenemos que limitarlos a las situaciones de nuestra investigación dada la capacidad de influir sobre las variables y sus efectos, se estudiará la capacidad de resistencia a la flexión al corte de viguetas de concreto, resistencia a la compresión de briquetas de concreto y costos, todo ello con referencia a viguetas y briquetas de concreto tradicional, cabe resaltar que se hará una modificación intencional del espesor de la piedra laja embebida en los especímenes.

3.2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA

FIGURA Nº 27
DISEÑO DE INGENIERÍA



FUENTE: PROPIA

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

Una vez que se ha definido cuál será nuestra unidad de análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 262)

La población o universo es el conjunto de objetos, sujetos o unidades que comparten la característica que se estudia y a la que se pueden generalizar los hallazgos encontrados en la muestra (aquellos elementos del universo seleccionados) para ser sometidos a la observación. La definición de la población para un proyecto de investigación responde a la necesidad de especificar el grupo al cual son aplicables los resultados del estudio.

(Monje Álvarez, 2011, pág. 26)

Para lograr los objetivos de la presente investigación, la población correspondiente a este estudio está conformada por los especímenes de diferentes espesores de piedra laja (1", 1 ½" y 2"), procedente de la cantera de Santa Bárbara - Arequipa, los cuales estarán embebidas en sus espesores correspondientes de 1", 1 ½" y 2" respectivamente en viguetas o prismas rectangulares de concreto $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ de dimensiones 0.60m x 0.18m x 0.18m. Asimismo por los especímenes patrón de concreto solo, consistentes en briquetas o probetas cilíndricas y viguetas de concreto $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$.

Ambos grupos fabricados con cemento Portland IP, agregado grueso de la cantera de Vicho, agregado fino de la cantera de Lamay y agua potable.

3.3.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

La población de la presente investigación consiste en un total de 104 especímenes distribuidos en 32 briquetas de concreto y 72 viguetas, de las cuales 18 patrón de concreto solo y 54 de concreto con acabado de diferentes espesores de piedra laja embebida en las mismas, éstas a su vez distribuidas



en grupos de 18 para cada espesor de piedra laja. Cabe mencionar que fueron elaboradas de manera continua y ordenada.

3.3.2 MUESTRA

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Cuando el universo está compuesto por un número relativamente alto de unidades resulta imposible e innecesario examinar cada una de las unidades que lo componen. En tal caso se procede a extraer una muestra, o sea, un conjunto de unidades, una porción del total que represente la conducta del universo total. Al emplear una muestra se busca lograr que, observando una porción relativamente reducida de unidades, se puedan obtener conclusiones semejantes a las que se lograría si se estudiara el universo total. Cuando la muestra refleja en sus unidades lo que ocurre en el universo, se llama muestra representativa.

(Monje Álvarez, 2011, pág. 26)

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 263)

Según los autores referenciados, la muestra debe ser un subgrupo de la población que represente la conducta del universo, sin embargo en la presente investigación se tiene una población ya delimitada y cuantificada, no siendo necesaria la selección de un grupo en particular, es por ello que la muestra es igual a la población.

3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

TABLA N° 20
CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CANTIDAD DE ESPECÍMENES									
DESCRIPCIÓN	PATRÓN		EMBEBIDA						
			TIPO 1"		TIPO 1 1/2 "		TIPO 2"		
DÍAS	7	28	7	28	7	28	7	28	
COMPRESIÓN	6	26							
FLEXIÓN	6	12	6	12	6	12	6	12	
TOTAL	12	38	6	12	6	12	6	12	104

FUENTE: PROPIA

3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO

En las muestras no probabilísticas, 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. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni en base a fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o grupo de personas, .y desde luego, las muestras seleccionadas por decisiones subjetivas tienden a estar sesgadas.

(Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 263)

El muestreo no probabilístico enfrenta mayor riesgo de que sea perjudiciada o no representativa pues el investigador elige las unidades como producto de circunstancias fortuitas (muestreo accidental) o de acuerdo con ciertas instrucciones (muestreo por cuotas), pero sin que sea el azar quien determine la conformación final de la muestra, por lo tanto no hay manera de asegurar que cualquier miembro de la población pueda ser elegido.

(Monje Álvarez, 2011, pág. 27)

La muestra fue obtenida por el uso del método no probabilístico, por conveniencia o intencionalidad; según los autores referenciados, el muestreo no probabilístico no es en función a fórmulas sino en base a la toma de decisiones, tomando en cuenta esta base teórica semejante a nuestra realidad y teniendo una población relativamente pequeña, se optó por elegir esta

metodología. Para esta selección se han considerado algunos criterios de inclusión mencionados en 3.3.3.

3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA

Los especímenes que conforman la muestra deben cumplir las siguientes especificaciones:

- No presentar cangrejeras o fisuras.
- No presentar porcentaje mayor al 20 % de vacíos.
- No tener imperfecciones o irregularidades en las caras superior e inferior.
- No presentar segregación ni eflorescencia.
- Poseer la verticalidad de 90°.
- La piedra laja debe tener sección constante y espesor uniforme.

3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los especímenes que fueron incluidos en este estudio fueron seleccionados de manera aleatoria, siendo elaboradas con características y condiciones necesarias para la presente investigación, las cuales son:

- Se evaluó diferentes espesores de piedra laja embebida en viguetas de concreto $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$.
- Se evaluó la resistencia a la flexión al corte de diferentes espesores de piedra laja embebida en viguetas de concreto $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$.
- Se empleó concreto de resistencia a la compresión $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ para todas las viguetas.
- Se empleó cemento Portland tipo IP, agregado grueso procedente de la cantera de Vicho, agregado fino procedente de la cantera de Lamay y agua potable.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4".
- El módulo de fineza del agregado fino es mayor que 3.
- Se evaluó viguetas de concreto de dimensiones de 0.60 m de largo, 0.18 m de altura y 0.18 de ancho.
- Los espesores de piedra laja corresponden a 1", 1.5" y 2" (pulgadas).



- El tipo de piedra laja utilizada es labrada, en forma rectangular, de dimensiones 0.20 m de largo y 0.18 m de ancho.
- El aparejo de la piedra laja consiste en una fila continua.
- El tipo de junta utilizada es de tipo seca.
- En la parte posterior de cada laja, se realizaron incisiones cada 2 cm, tanto verticales como horizontales para mejorar la adherencia del embebido y el trabajo mecánico.
- Todas las viguetas tienen una altura uniforme de 0.18 m.
- El embebido de cada espesor de piedra laja, es su espesor correspondiente de 1", 1 ½" y 2", respectivamente, manteniendo constante la altura de 0.18m de la vigueta.
- Los elementos muestrales fueron curados y posteriormente sumergidos en agua potable.
- Debido a que el equipo de ensayo de flexión portátil para ensayos a flexión de viguetas no cumple con el ancho requerido, se realizó el ensayo de flexión al corte en la máquina de resistencia a la compresión Acutek. Asimismo se elaboraron planchas metálicas de 0.60 m de largo y 0.18 m de ancho con apoyos en cada extremo de 0.18 m de ancho; para efectuar el ensayo de flexión al corte, por lo cual es el indicado para realizar las pruebas de la presente investigación.
- Los especímenes deben cumplir con la resistencia a los 7 y 28 días tal como lo indica la curva del cemento Yura Portland tipo IP, para ser considerados aceptables.

3.4 INSTRUMENTOS

3.4.1 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se usaron para la obtención de datos, las siguientes guías de observación:

TABLA N° 21
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
<u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</u>							
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO					
		ANTHONY ARENAS CUTID					
CLIMA							
FECHA							
PRUEBA							
LUGAR DE PRUEBA							
Este ensayo está sujeto a la NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO							
Cantidad de Agregado según NTP 400.012							
Cantidad Mínima:		300 gr.					
Cantidad del Material a Utilizar:		1000 gr.					
Material Proveniente de:		Cantera de Lamay					
GRANULOMETRIA AGREGADO FINO							
Mallas Estándar		PESO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE LA NTP 400.037	
Pulg.	mm						
3/8"	9.500					100.00	100.00
# 4	4.750					95.00	100.00
# 8	2.360					80.00	100.00
# 16	1.180					50.00	85.00
# 30	0.600					25.00	60.00
# 50	0.300					5.00	30.00
# 100	0.150					0.00	10.00
# 200	0.074						
TOTAL					MF =		
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA							
REFERENCIAS: NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM D-422, AASHTO T88, J. E. Bowles (Experimento N° 5), MTC E 107-2000							

TABLA N° 22
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</u>							
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO					
		ANTHONY ARENAS CUTID					
CLIMA							
FECHA							
PRUEBA							
LUGAR DE PRUEBA							
Este ensayo está sujeto a la NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO							
Cantidad de Agregado según NTP 400.012							
Tamaño Nominal Maximo:		3/4 "					
Cantidad del Material a Utilizar:		3000 gr.					
Material Proveniente de:		Cantera de Vicho					
GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO							
Mallas Estándar		PESO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE LA NTP 400.037	
Pulg.	mm						
1"	25.000					100.00	100.00
3/4"	19.000					90.00	100.00
1/2"	12.500					55.00	90.00
3/8"	9.500					20.00	55.00
# 4	4.750					0.00	10.00
# 8	2.360					0.00	5.00
TOTALES							
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA							
REFERENCIAS: NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM D-422, AASHTO T88, J. E. Bowles (Experimento N° 5) , MTC E 107-2000							

TABLA Nº 23
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO



 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<u>PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA			
FECHA			
PRUEBA			
LUGAR DE PRUEBA			
Cantidad del Material a Utilizar:	1000 gr.		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Pem	Peso específico de la masa = $A/(B+S-C)$		
A	Peso de la muestra secada en el horno, en el aire	gr.	
B	Peso del picnómetro lleno con agua	gr.	
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr.	
S	Peso de la muestra saturada y superficialmente seca	gr.	
PeSSS	Peso específico de la masa saturada con superficie seca = $S/(B+S-C)$		
Pea	Peso específico aparente = $A/(B+A-C)$		
Ab %	Absorción = $(S-A)*100/A$	%	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM C-128, NTP 400.022			

TABLA Nº 24
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<u>PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA			
FECHA			
PRUEBA			
LUGAR DE PRUEBA			
Cantidad del Material a Utilizar:	3000 gr.		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Pem	Peso específico de la masa = $A/(B-C)$		
A	Peso de la muestra seca en el aire	gr.	
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	gr.	
C	Peso de la muestra saturada en el agua	gr.	
PeSSS	Peso específico de la masa saturada con superficie seca = $B/(B-C)$		
Pea	Peso específico aparente = $A/(A-C)$		
Ab %	Absorción = $(B-A)*100/A$	%	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM C-127, NTP 400.021			

TABLA N° 25
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</u>					
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO				
	ANTHONY ARENAS CUTID				
CLIMA					
FECHA					
PRUEBA					
LUGAR DE PRUEBA					
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
			1	2	3
PU _s	Peso unitario suelto (P_a / V_m)	kg/m ³			
P _m	Peso del molde	kg.			
V _m	Volumen del molde	m ³			
	diámetro	m			
	longitud	m			
P _{m+m}	Peso del molde + material	kg.			
P _a	Peso del agregado ($P_{m+m} - P_m$)	kg.			
S	Peso específico de la masa	und.			
W	Densidad del agua	kg/m ³			
V %	Vacios = $100 \cdot ((S \cdot W) - P_{U_s}) / (S \cdot W)$	%			
PU _c	Peso unitario compactado (P_a / V_m)	kg/m ³			
P _m	Peso del molde	kg.			
V _m	Volumen del molde	m ³			
	diámetro	m			
	longitud	m			
P _{m+m}	Peso del molde + material	kg.			
P _a	Peso del agregado (P_{m+m} / V_m)	kg.			
S	Peso específico de la masa	und.			
W	Densidad del agua	kg/m ³			
V %	Vacios = $100 \cdot ((S \cdot W) - P_{U_c}) / (S \cdot W)$	%			
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					
REFERENCIAS: ASTM C-29, NTP 400.017					

TABLA N° 26
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO


 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO		
	ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA			
FECHA			
PRUEBA			
LUGAR DE PRUEBA			
Cantidad del Material a Utilizar:	100 gr.		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
W _w	Peso del agua	gr.	
W _s	Peso seco del material	gr.	
W ₁	Peso tara + suelo húmedo	gr.	
W ₂	Peso tara + suelo secado en el horno	gr.	
W _t	Peso tara	gr.	
W	Contenido de humedad	(%)	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM D-2216, J. E. Bowles (Experimento N° 1), MTC E 108-2000			

TABLA N° 27
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA			
FECHA			
PRUEBA			
LUGAR DE PRUEBA			
Cantidad del Material a Utilizar:	550 gr.		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
W_w	Peso del agua	gr.	
W_s	Peso seco del material	gr.	
W_1	Peso tara + suelo húmedo	gr.	
W_2	Peso tara + suelo secado en el horno	gr.	
W_t	Peso tara	gr.	
W	Contenido de humedad	(%)	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM D-2216, J. E. Bowles (Experimento N° 1), MTC E 108-2000			

TABLA N° 28
DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
<u>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA</u>								
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID							
CLIMA								
FECHA								
PRUEBA								
LUGAR DE PRUEBA								
	1 lb = 0.453592							
CODIGO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CANTERA	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
P - 1		Puquio - Ayacucho						
S - 1		Sta. Barbara - Moquegua						
H - 1		Huacoto - Cusco						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: Norma :D 2938-95 - Método de prueba estándar para Resistencia a compresión simple de la roca intacta

TABLA N° 29

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE DE LA PIEDRA LAJA


	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
<u>RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE DE PIEDRA LAJA</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA			
FECHA			
PRUEBA			
LUGAR DE PRUEBA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
P ₁	Peso inicial total	gr.	
#E	Cantidad de Esferas	und.	
#R	Cantidad de Revoluciones	und.	
#T	Tiempo de rotación	min.	
P ₂	Peso final seco retenido en el Tamiz N° 12	gr.	
D	Desgaste	(%)	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM C-131 ,MTC E 207-2000			

TABLA Nº 30
DETERMINACIÓN DEL SLUMP

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
DETERMINACIÓN DEL SLUMP					
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID			
CLIMA					
FECHA					
PRUEBA					
LUGAR DE PRUEBA					
Mínimo		1 "			
Máximo		3 "			
CONCRETO PARA	SERIE DE VACIADO	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO
	SERIE 1				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: ASTM C-143

TABLA Nº 31
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL															
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO															
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID													
CLIMA															
FECHA															
PRUEBA															
LUGAR DE PRUEBA															
% de resistencia con relación al F'c de diseño, según su edad de curado	F'c = 245 kg/cm2	A los 7 días: 65% a 70%	159.25	kg/cm2											
			171.5	kg/cm2											
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	L/D (*)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm2)	TIPO DE FRACTURA
		OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR									
1															

TIPO DE FALLA

Tipo 1: Concreto aparentemente bien formado en ambos extremos, menos 1 en 25 mm de agrietarse a través de los compas.
 Tipo 2: Concreto bien formado en un extremo, grietas verticales que funcionan a través de los compas, aunque como bien definido en el otro extremo.
 Tipo 3: Ocho de inclinación vertical a través de ambos extremos, aunque como bien formado.
 Tipo 4: Fracturas diagonales en agrietarse a través de extremos, general agrietamiento en el resto de la muestra para distinguir del tipo 1.
 Tipo 5: Fracturas laterales en la parte superior o base.
 Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: ASTM C-39, NTP 339.034



TABLA Nº 32

**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO
(VIGUETAS PATRÓN Y VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1", 1½" Y 2")**



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO
(VIGUETAS PATRÓN)**

RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	
FECHA	
PRUEBA	
LUGAR DE PRUEBA	

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		LONGITUD				ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)	OBS.			
		OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR					INFERIOR		PPROM (cm)
				L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)				P3 (cm)	P4 (cm)	

**ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO
(VIGUETAS CON EMBEBIDO DE PIEDRA LAJA DE 1", 1 1/2" Y 2")**

N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		LONGITUD				ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)	OBS.			
		OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		L apoyos (cm)	SUPERIOR		INFERIOR		APROM (cm)	SUPERIOR					INFERIOR		PPROM (cm)
				L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)		A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)		P1 (cm)	P2 (cm)				P3 (cm)	P4 (cm)	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: ASTM C-293



TABLA N° 33

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL - VIGUETA PATRÓN

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL						
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID				
CLIMA						
FECHA						
PRUEBA						
LUGAR DE PRUEBA						
EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS PATRÓN						
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación						TOTAL S/.
* Para 01 vigueta de concreto elaborada para la investigación						TOTAL S/.
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)	
I. CONCRETO						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls					
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3					
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3					
AGUA	m3					
						COSTO CONCRETO
II. CURADO DE CONCRETO						
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und					
AGUA	m3					
						COSTO DE CURADO
III. ENCOFRADO						
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und					
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln					
						COSTO DE ENCOFRADO
IV. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día					
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb					
						COSTO DE HERRAMIENTAS
FUENTE: PROPIA						

TABLA N° 34

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL - VIGUETAS CON PIEDRA LAJA EMBEBIDA (1", 1 1/2" Y 2")

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL						
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID				
CLIMA						
FECHA						
PRUEBA						
LUGAR DE PRUEBA						
EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1", 1 1/2" ó 2"						
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.	
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 1", 1 1/2" ó 2" elaborada para la investigación					TOTAL S/.	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)	
I. CONCRETO						
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls					
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3					
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3					
AGUA	m3					
						COSTO CONCRETO
II. CURADO DE CONCRETO						
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und					
AGUA	m3					
						COSTO DE CURADO
III. ENCOFRADO						
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und					
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln					
						COSTO DE ENCOFRADO
IV. PIEDRA LAJA						
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 1")	m2					
						COSTO DE PIEDRA LAJA
V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día					
AMOLADORA DE 8 HP	Día					
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und					
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb					
						COSTO DE HERRAMIENTAS
FUENTE: PROPIA						

3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

- **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**

Tamices de 1", 3/4", 1/2", 3/8", # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 y # 200, Balanza de precisión, cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

- **PESO ESPECIFICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**

Balanza sensible a 0.5 gr., picnómetro de 500ml, molde cónico metálico, apisonador de metal, bomba de vacíos, horno, cesta metálica, cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

- **PESO UNITARIO DE AGREGADOS GRUESOS**

Balanza sensible al 0.1% del peso de la muestra, varilla de 5/8" y aprox. 60 cm de longitud, horno capaz de mantener la temperatura de 110 °C, cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**

Balanza con sensibilidad de 0.01% del peso de la muestra a ensayar, Cápsula de aluminio o latón, horno con graduación de temperatura de hasta 110 °C como mínimo, cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PIEDRA LAJA**

Máquina para el ensayo de compresión, amoladora.

- **RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE DE PIEDRA LAJA**

Máquina de Los Ángeles, Tamices de 3/4", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3" .

- **DISEÑO DE MEZCLAS**

Tablas y fórmulas consideradas en el Método del ACI.

- **DETERMINACIÓN DEL SLUMP**

Cono de Abrams, varilla de 5/8" y aprox. 60 cm de longitud, pala.

- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Máquina para el ensayo de compresión, encofrado para las briquetas.

- **RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO (VIGUETAS PATRÓN Y EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE ESPEORES: 1", 1 1/2" Y 2")**

Máquina para el ensayo de flexión, wincha, escuadras, badilejo, espátula, encofrado para las viguetas.

- **EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPESORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL**

Software Microsoft Excel.

3.5 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 TÍTULO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS

EQUIPOS UTILIZADOS

- Serie de tamices: Tamiz 3/8", N° 04, N° 08, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200.
- Balanza de precisión
- Cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

PROCEDIMIENTO

- Se toma una muestra de 1 kg. del agregado por el método del cuarteo.

FIGURA N° 28

CUARTEO Y PESAJE DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se procede a la operación del tamizado.

FIGURA N° 29
INSUMOS PARA EL TAMIZADO



FUENTE: PROPIA

- La operación del tamizado se puede llevar a cabo a mano o mediante el empleo de una máquina adecuada, en la presente investigación utilizamos el método manual para efectuar el tamizado, manteniendo un movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, en ningún caso se indujo con la mano para lograr el paso de una partícula a través del tamiz. Asimismo, se colocó el material teniendo cuidado de evitar desperdicios.

FIGURA N° 30
TAMIZADO MANUAL



FUENTE: PROPIA

- Después de tamizar, se toma el material retenido en cada tamiz y se pesa, anotando su valor.

FIGURA N° 31
MUESTRA TAMIZADA



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 35

TOMA DE DATOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO</u>							
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO					
		ANTHONY ARENAS CUTID					
CLIMA		Lluvioso					
FECHA		22-dic-15					
PRUEBA		1					
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC					
Este ensayo está sujeto a la NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO							
Cantidad de Agregado según NTP 400.012							
Cantidad Mínima:		300 gr.					
Cantidad del Material a Utilizar:		1000 gr.					
Material Proveniente de:		Cantera de Lamay					
GRANULOMETRIA AGREGADO FINO							
Mallas Estándar		PESO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE LA NTP 400.037	
Pulg.	mm						
3/8"	9.500	0.00				100.00	100.00
# 4	4.750	47.50				95.00	100.00
# 8	2.360	68.02				80.00	100.00
# 16	1.180	81.99				50.00	85.00
# 30	0.600	206.86				25.00	60.00
# 50	0.300	412.31				5.00	30.00
# 100	0.150	150.87				0.00	10.00
# 200	0.074	32.45					
TOTAL		1000.00			MF =	0.00	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA							
REFERENCIAS: NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM D-422, AASHTO T88, J. E. Bowles (Experimento Nº 5), MTC E 107-2000							

3.5.2 TÍTULO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS

EQUIPOS UTILIZADOS

- Serie de tamices: Tamiz 1", ¾", ½", 3/8", N° 04, N° 08.
- Balanza de precisión
- Cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

PROCEDIMIENTO

- Se toma una muestra de aproximadamente 2 kg. del agregado por el método del cuarteo.

FIGURA N° 32
MUESTREO Y PESAJE DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se procede a la operación del tamizado. La operación del tamizado se puede llevar a cabo a mano o mediante el empleo de una máquina

adecuada, en la presente investigación utilizamos el método manual para efectuar el tamizado, manteniendo un movimiento circular con una mano mientras se golpea con la otra, en ningún caso se indujo con la mano para lograr el paso de una partícula a través del tamiz. Asimismo, se colocó el material teniendo cuidado de evitar desperdicios.

FIGURA N° 33
TAMIZADO DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA



- Después de tamizar, se toma el material retenido en cada tamiz y se pesa, anotando su valor.

FIGURA N° 34
MUESTRA TAMIZADA



FUENTE: PROPIA

TABLA N° 36
TOMA DE DATOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
<u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO</u>							
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO					
		ANTHONY ARENAS CUTID					
CLIMA		Lluvioso					
FECHA		22-dic-15					
PRUEBA		1					
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC					
Este ensayo está sujeto a la NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO							
Cantidad de Agregado según NTP 400.012							
Tamaño Nominal Maximo:		3/4 "					
Cantidad del Material a Utilizar:		3000 gr.					
Material Proveniente de:		Cantera de Vicho					
GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO							
Mallas Estándar		PESO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LIMITES DE LA NTP 400.037	
Pulg.	mm						
1"	25.000	0.00				100.00	100.00
3/4"	19.000	297.70				90.00	100.00
1/2"	12.500	1023.02				55.00	90.00
3/8"	9.500	859.22				20.00	55.00
# 4	4.750	656.84				0.00	10.00
# 8	2.360	163.22				0.00	5.00
TOTALES		3000.00					
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA							
REFERENCIAS: NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM D-422, AASHTO T88, J. E. Bowles (Experimento N° 5) , MTC E 107-2000							

3.5.3 TÍTULO: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO

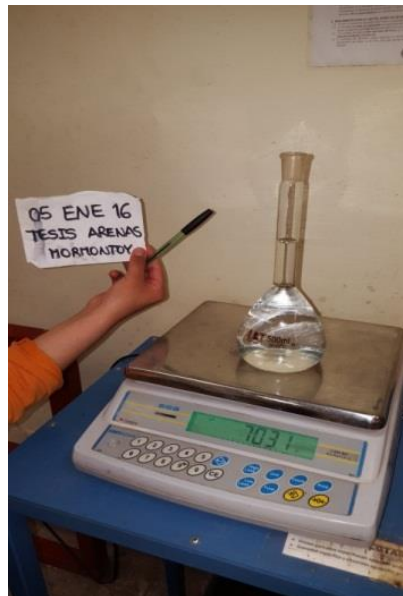
EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza de precisión
- Picnómetro con capacidad de 500 ml
- Molde cónico metálico
- Apisonador de metal
- Bomba de vacíos
- Horno
- Embudo
- Cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

PROCEDIMIENTO

- Se anota el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500 ml.

FIGURA N° 35
PESAJE DEL PICNÓMETRO



FUENTE: PROPIA

- Se lava el material y se cuartea hasta conseguir una muestra de más de 1kg. Del material que pasa la malla N° 04.

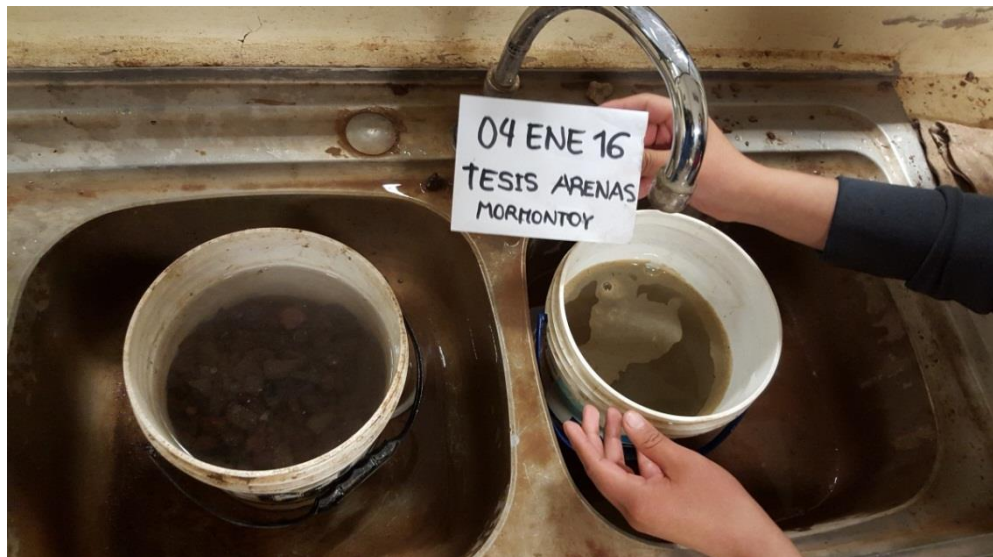
FIGURA Nº 36
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se pone a secar a 110 °C hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por una a tres horas y se sumerge en un balde con agua por 24 horas para lograr su saturación.

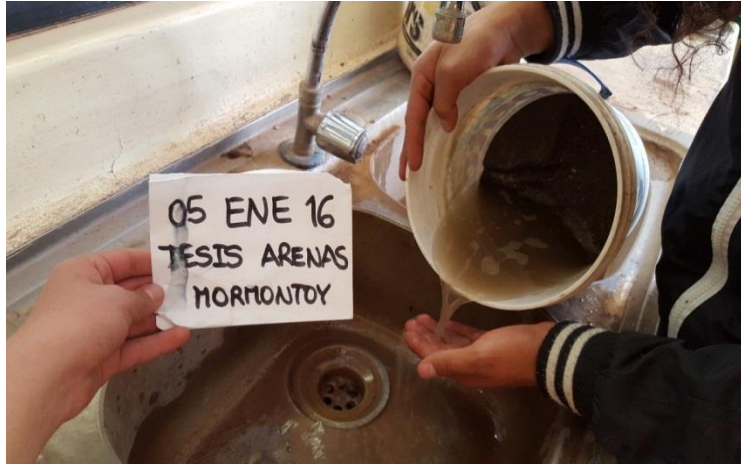
FIGURA Nº 37
SATURACIÓN DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Transcurrido ese tiempo se vierte el agua, con mucho cuidado para evitar pérdida del material arcilloso.

FIGURA Nº 38
MUESTRA SATURADA



FUENTE: PROPIA

- El agregado húmedo se coloca en bandeja y se lleva a horno muy moderado (60°C) para que gradualmente pierda humedad, removiendo constantemente para que la humedad sea uniforme y para vigilar que no se seque la muestra más allá del estado saturado superficialmente seco, el que se obtiene cuando se cumple la prueba del cono.

FIGURA Nº 39
SECADO SUPERFICIAL DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se coloca el agregado hasta rebalsar el cono metálico, y se le da unos cuantos golpes con apisonador. Se repite esta operación tres veces, debiendo sumar 25 el número de golpes para apisonar la muestra.

FIGURA Nº 40**APISONADO EN EL CONO DE ABSORCIÓN – TOMA 1**

FUENTE: PROPIA

- Se vuelve a rebalsar, enrasar y se retira el cono:

FIGURA Nº 41**APISONADO EN EL CONO DE ABSORCIÓN – TOMA 2**

FUENTE: PROPIA

- Si se queda con forma tronco cónica, tiene más humedad que la correspondiente al estado superficialmente seco.

- Si se queda con forma cónica terminada en punta sin desmoronarse, tiene la humedad correspondiente al estado superficialmente seco.
- Si se desmorona, tiene menos humedad que la correspondiente al estado saturado superficialmente seco.

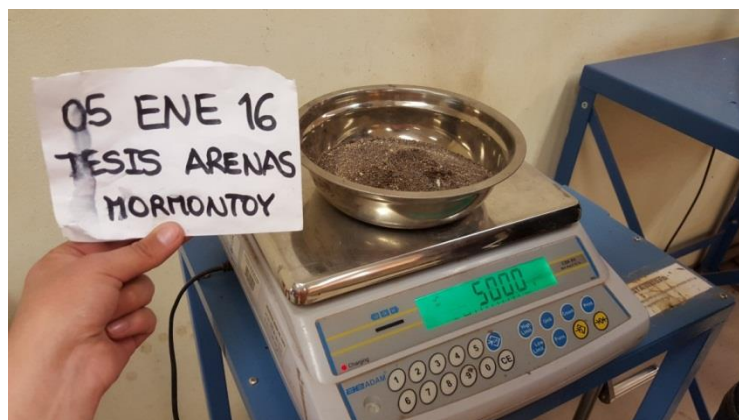
FIGURA Nº 42
COMPROBACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIALMENTE SECO DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Cuando el agregado se encuentra en el estado superficialmente seco, se pesa 500 gr. De material y se coloca en el picnómetro con ayuda del embudo, los otros 500 gr. se ponen en el horno a secar.

FIGURA Nº 43
PESAJE DE LA MUESTRA

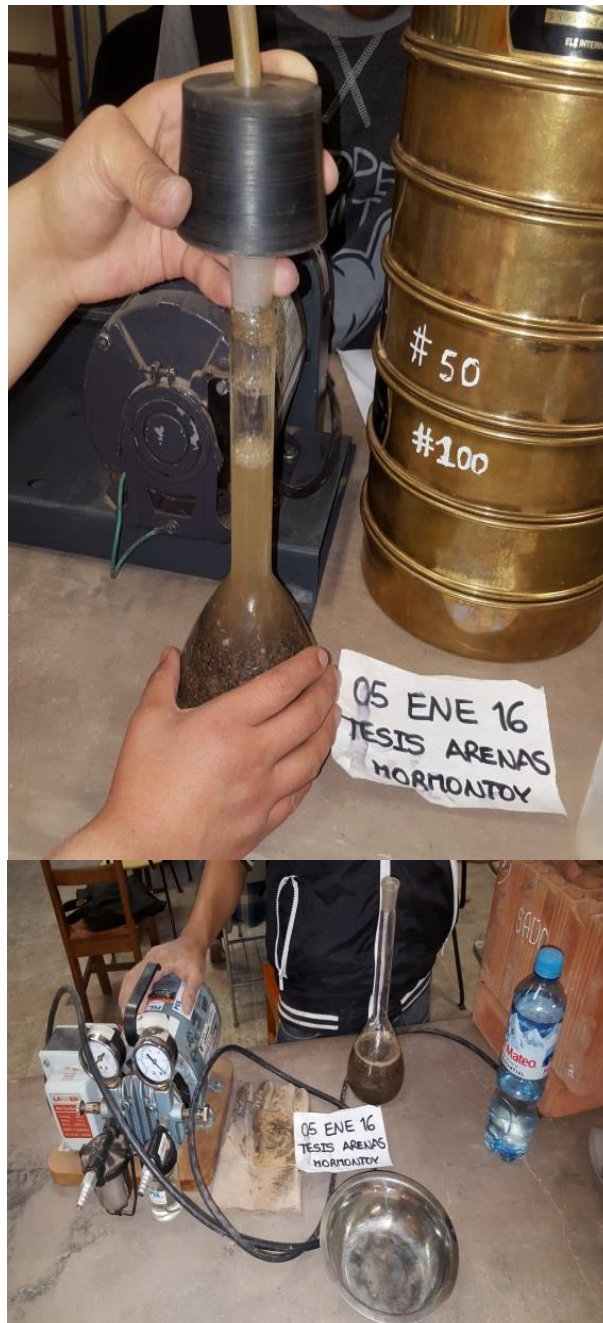


FUENTE: PROPIA

- Se llena el picnómetro hasta un nivel aproximado a los 500 ml y con la bomba de vacíos, se le quitan los vacíos que tenga el material hasta que se eliminen las burbujas de aire.

FIGURA Nº 44

ELIMINACIÓN DE VACÍOS EN EL PICNÓMETRO CON LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se añade agua hasta el nivel de 500 ml, anotándose su peso.

FIGURA Nº 45
PESAJE DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA


- Se anota el peso de la muestra secada al horno hasta peso constante.

FIGURA Nº 46
PESAJE DE LA MUESTRA SECADA EN EL HORNO



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 37
TOMA DE DATOS PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<u>PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA	Templado		
FECHA	05-ene-16		
PRUEBA	1		
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC		
Cantidad del Material a Utilizar:	1000 gr.		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Pem	Peso específico de la masa = $A/(B+S-C)$		
A	Peso de la muestra secada en el horno, en el aire	gr.	493.60
B	Peso del picnómetro lleno con agua	gr.	703.10
C	Peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración	gr.	1016.50
S	Peso de la muestra saturada y superficialmente seca	gr.	500.00
PeSSS	Peso específico de la masa saturada con superficie seca = $S/(B+S-C)$		
Pea	Peso específico aparente = $A/(B+A-C)$		
Ab %	Absorción = $(S-A)*100/A$	%	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM C-128, NTP 400.022			

3.5.4 TÍTULO: PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza de precisión
- Cesta metálica
- Balde
- Horno
- Cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

PROCEDIMIENTO

- Se cuartea el material hasta obtener 3 kg. de muestra.

FIGURA Nº 47

CUARTEO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se lava la muestra y se pone a secar en horno a 110°C hasta peso constante. Se pone a enfriar a temperatura ambiente y se sumerge en un depósito con agua por 24 horas para su saturación.

FIGURA Nº 48

LAVADO DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Transcurrido el tiempo de saturación, se le vacía el agua y se le va quitando la humedad con una tela apropiada hasta conseguir que toda su superficie quede sin agua, pero no seca, sino opaca (estado saturado superficialmente seco).

FIGURA Nº 49
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se anota el peso del material en estado saturado superficialmente seco, con aproximación de 0.5 gr.

FIGURA Nº 50
PESAJE DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Se coloca la muestra pesada en el cestillo de alambre y se determina el peso de la muestra sumergida completamente dentro del balde, conectando el cestillo a la balanza, sin chocar la base.

FIGURA Nº 51

PESAJE DE LA MUESTRA EN LA CESTA METÁLICA



FUENTE: PROPIA

- Se pone a secar la muestra en horno a 110°C por 16 horas hasta peso constante, se enfría a temperatura ambiente por 1 a 3 horas y se anota el peso.

FIGURA Nº 52



SECADO DE LA MUESTRA EN EL HORNO



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 38

TOMA DE DATOS PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 			
<u>PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA	Templado		
FECHA	05-ene-16		
PRUEBA	1		
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC		
Cantidad del Material a Utilizar:	3000 gr.		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Pem	Peso específico de la masa = $A/(B-C)$		
A	Peso de la muestra seca en el aire	gr.	2971.00
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	gr.	3029.90
C	Peso de la muestra saturada en el agua	gr.	1904.40
PeSSS	Peso específico de la masa saturada con superficie seca = $B/(B-C)$		
Pea	Peso específico aparente = $A/(A-C)$		
Ab %	Absorción = $(B-A)*100/A$	%	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM C-127, NTP 400.021			

3.5.5 TÍTULO: PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza de precisión
- Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido.
- Varilla de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud.
- Horno
- Pala
- Cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

PROCEDIMIENTO

- Para realizar el ensayo, el material debe estar limpio y seco.

FIGURA Nº 53
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- El ensayo se realiza de dos formas:

PESO UNITARIO SUELTO

- Se determina y anota el peso y volumen del molde.

FIGURA Nº 54
DETERMINACIÓN DEL PESO DEL MOLDE



FUENTE: PROPIA

FIGURA Nº 55
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL MOLDE



FUENTE: PROPIA

- Se realizarán tres veces, los siguientes pasos.
- Se vierte el material en el mismo, con ayuda de una pala, cuidando que la altura de caída no sea mayor de 5 cm sobre el borde superior del molde, hasta colmarlo.

FIGURA N° 56
RELLENO DEL MOLDE CON MATERIAL SIMPLEMENTE COLOCADO



FUENTE: PROPIA

- Se enrasa el material a nivel del borde superior del molde, con ayuda de la varilla.

FIGURA N° 57
RELLENO Y ENRASAMIENTO DEL MOLDE CON MATERIAL SIMPLEMENTE COLOCADO



FUENTE: PROPIA

- Se anota el peso del molde más el material.

FIGURA Nº 58

PESAJE DEL MOLDE CON MATERIAL SIMPLEMENTE COLOCADO



FUENTE: PROPIA

PESO UNITARIO COMPACTADO

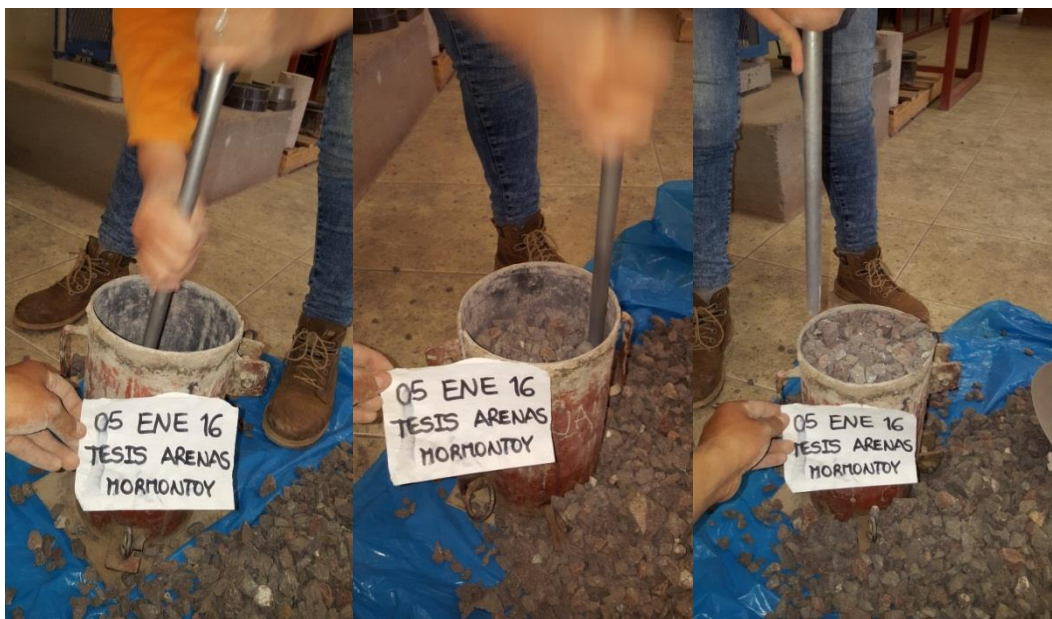
- Se determina y anota el peso y volumen del molde.
- Se realizarán tres veces, los siguientes pasos.
- Se vierte el material en el mismo, con ayuda de una pala, hasta la tercera parte de la altura del recipiente, cuidando que la altura de caída no sea mayor de 5 cm sobre el borde superior del molde, se dan 25 golpes con la varilla para compactar el material, sin que la varilla toque el fondo del recipiente, vibrando simultáneamente el molde en el suelo para que el material se acomode, los finos llenen la mayor cantidad de vacíos y por consiguiente su peso sea el mayor posible. Se repite esta operación en las otras dos terceras partes del molde, cuidando que en cada capa, la varilla no pase a la capa inferior.

FIGURA Nº 59
RELLENO DEL MOLDE CON MATERIAL



FUENTE: PROPIA

FIGURA Nº 60
RELLENO DEL MOLDE CON MATERIAL COLOCADO MEDIANTE EL APISONAMIENTO



FUENTE: PROPIA

- Se agrega material hasta rebasar el molde, se enrasa el material a nivel del borde superior del molde, con ayuda de la varilla.

FIGURA Nº 61
RELLENO Y ENRASAMIENTO DEL MOLDE CON MATERIAL COMPACTADO



FUENTE: PROPIA

- Se anota el peso del molde más el material.

FIGURA Nº 62
PESAJE DEL MOLDE CON MATERIAL COMPACTADO



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 39

TOMA DE DATOS PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<u>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO</u>					
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO			
		ANTHONY ARENAS CUTID			
CLIMA		Lluvioso			
FECHA		05-ene-16			
PRUEBA		1			
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS		
			1	2	3
PU_s	Peso unitario suelto (P_a / V_m)	kg/m³			
P_m	Peso del molde	kg.	4.13	4.13	4.13
V_m	Volumen del molde	m³			
	diámetro	m	0.16	0.155	0.155
	longitud	m	0.3	0.3	0.3
P_{m+m}	Peso del molde + material	kg.	11.88	11.95	12
P_a	Peso del agregado ($P_{m+m} - P_m$)	kg.			
S	Peso específico de la masa	und.	0.00	0.00	0.00
W	Densidad del agua	kg/m³	1000	1000	1000
V %	Vacios = $100 * ((S * W) - PUs) / (S * W)$	%			
PU_c	Peso unitario compactado (P_a / V_m)	kg/m³			
P_m	Peso del molde	kg.	4.13	4.13	4.13
V_m	Volumen del molde	m³			
	diámetro	m	0.16	0.155	0.155
	longitud	m	0.3	0.3	0.3
P_{m+m}	Peso del molde + material	kg.	12.34	12.22	12.57
P_a	Peso del agregado (P_{m+m} / V_m)	kg.			
S	Peso específico de la masa	und.			
W	Densidad del agua	kg/m³	1000	1000	1000
V %	Vacios = $100 * ((S * W) - PUC) / (S * W)$	%			
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					
REFERENCIAS: ASTM C-29, NTP 400.017					

3.5.6 TÍTULO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza de precisión, con sensibilidad de 0.01 % del peso de la muestra a ensayar
- Cápsula de aluminio o latón, resistente al calor
- Horno
- Cucharón, bandejas, brochas y espátulas.

PROCEDIMIENTO

- Se registra el peso de las cápsulas. Se utiliza la misma balanza para efectuar todos los pesajes.

FIGURA Nº 63
PESAJE DE LAS CÁPSULAS



FUENTE: PROPIA

- Se coloca una muestra representativa del suelo húmedo en la cápsula. Para lograr una determinación confiable del contenido de humedad de un suelo, (Bowles, 1981) recomienda utilizar la siguiente cantidad mínima de muestra húmeda (muestra representativa):

TABLA N° 40
CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA HÚMEDA PARA ENSAYO DE
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

TAMAÑO MÁXIMO DE LAS PARTÍCULAS DE MUESTRA	PESO MÍNIMO RECOMENDANDO DE LA MUESTRA (gr.)
N° 04	100
N° 40	10 a 50
1/2"	300
2"	1000

FUENTE: J. E. Bowles (Experimento N° 1)

- Se determina el peso de la cápsula más el suelo húmedo.

FIGURA N° 64
PESAJE INICIAL DE LA MUESTRA EN LAS CÁPSULAS



FUENTE: PROPIA

- Se lleva las cápsulas al horno por un período de 12 a 18 horas, hasta que la muestra tenga un peso constante.
- Se retira la muestra del horno, se coloca una tapa, se deja enfriar y se pesa la muestra seca más la cápsula con su tapa respectiva.

FIGURA Nº 65
SECADO Y EXTRACCIÓN DE LA MUESTRA DEL HORNO



FUENTE: PROPIA

FIGURA Nº 66
PESAJE FINAL DE LA MUESTRA EN LAS CÁPSULAS



FUENTE: PROPIA

TABLA N° 41

TOMA DE DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA	Templado		
FECHA	07-ene-16		
PRUEBA	1		
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC		
Cantidad del Material a Utilizar:		100 gr.	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
W_w	Peso del agua	gr.	
W_s	Peso seco del material	gr.	
W_1	Peso tara + suelo húmedo	gr.	211.90
W_2	Peso tara + suelo secado en el horno	gr.	205.60
W_t	Peso tara	gr.	111.90
W	Contenido de humedad	(%)	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM D-2216, J. E. Bowles (Experimento N° 1), MTC E 108-2000			

TABLA N° 42

TOMA DE DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO</u>			
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID		
CLIMA	Templado		
FECHA	07-ene-16		
PRUEBA	1		
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC		
Cantidad del Material a Utilizar:		550 gr.	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1
W_w	Peso del agua	gr.	
W_s	Peso seco del material	gr.	
W_1	Peso tara + suelo húmedo	gr.	632.60
W_2	Peso tara + suelo secado en el horno	gr.	629.90
W_t	Peso tara	gr.	82.60
W	Contenido de humedad	(%)	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA			
REFERENCIAS: ASTM D-2216, J. E. Bowles (Experimento N° 1), MTC E 108-2000			

3.5.7 TÍTULO: DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza de precisión, con sensibilidad de 0.01 % del peso de la muestra a ensayar
- Cortadora de mesa para cortar piedra
- Máquina de Compresión simple

PROCEDIMIENTO

- Seleccionar el tipo de piedra y la cantera para realizar los ensayos
- Se seleccionó 3 canteras:

Puquio – Ayacucho

Santa Bárbara – Arequipa

Huacoto – Cusco

- Tipo de Piedra: Laja Andesita

FIGURA Nº 67

DETERMINACION DEL TIPO DE PIEDRA Y DE LA CANTERA



FUENTE: PROPIA

- Se corta la piedra hasta lograr especímenes de una sección única de:

Ancho: 5.00 cm

Largo: 5.00 cm

Altura: 10.00 cm

- Denominaciones y se realiza la descripción Petrográfica Macroscópica de las 3 piedras:

Puquio - Ayacucho ----- P - 1

Santa Bárbara – Arequipa ----- S - 1

Huacoto – Cusco ----- H - 1

FIGURA N°68

DESCRIPCION PETROGRÁFICA Y MACROSCÓPICA DE LA PIEDRA CON SUS DENOMINACIONES



FUENTE: PROPIA

- Las muestras talladas son colocadas en la máquina de compresión simple.

FIGURA N° 69
MAQUINA DE COMPRESIÓN PARA ENSAYO DE RESISTENCIA DE
PIEDRA LAJA



FUENTE: PROPIA

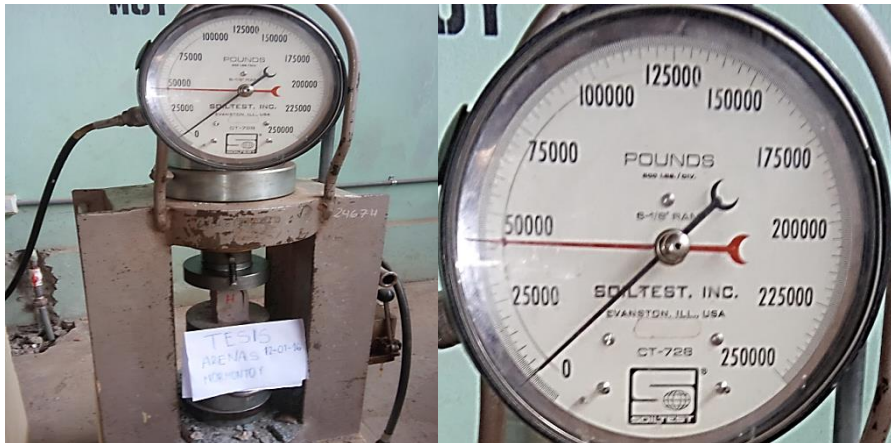
FIGURA N° 70
COLOCACION DE LAS MUESTRAS DE PIEDRA LAJA EN LA
MAQUINA DE COMPRESION SIMPLE



FUENTE: PROPIA

- Las muestras talladas son sometidas a compresión, en la máquina de compresión simple y se anota la carga que soporta.

FIGURA Nº 71
RESISTENCIA A LA CARGA DE LA MUESTRA TALLADA DE LA
CANTERA PUQUIO – AYACUCHO



FUENTE: PROPIA

Resistencia P – 1 = 45000 Libras

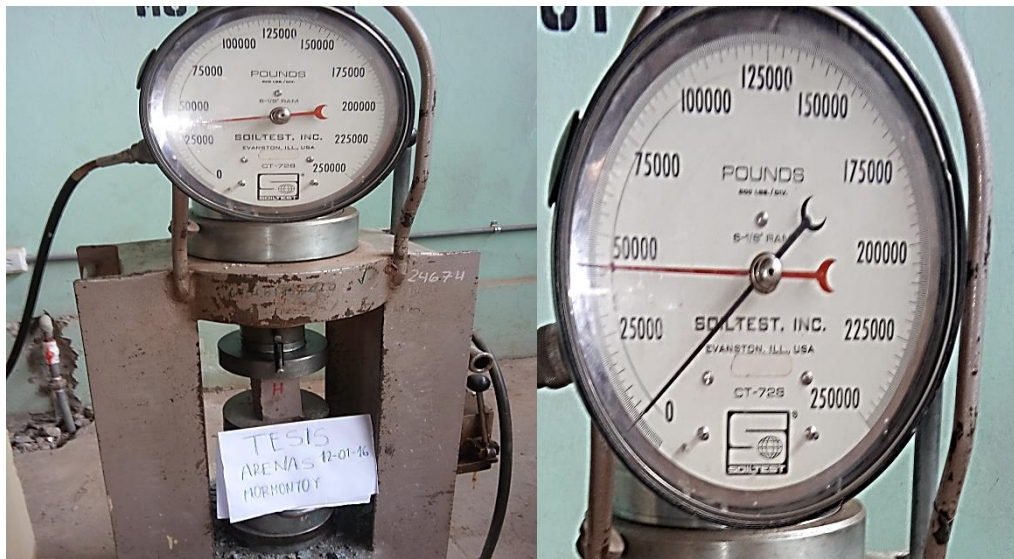
FIGURA Nº 72
RESISTENCIA A LA CARGA DE LA MUESTRA TALLADA DE LA
CANTERA SANTA BARBARA – AREQUIPA



FUENTE: PROPIA

Resistencia S – 1 = 87500 Libras

FIGURA N° 73
RESISTENCIA A LA CARGA DE LA MUESTRA TALLADA DE LA
CANTERA HUACOTO – CUSCO



FUENTE: PROPIA

Resistencia H – 1 = 42500 Libras

- Las muestras ya sometidas a compresión se recogen para una descripción más detallada



FIGURA N° 74
MUESTRAS YA SOMETIDAS A COMPRESIÓN (se aprecia la
trituration de estos)



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 43

**TOMA DE DATOS DESCRIPCION PETROGRÁFICA MACROSCÓPICA Y
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA**

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p> 								
<u>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PIEDRA LAJA</u>								
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID							
CLIMA	Lluvioso							
FECHA	11-ene-16							
PRUEBA	1							
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos Empresa: "THOR" - UNSAAC							
	1 lb = 0.453592							
CODIGO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CANTERA	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm²)	RESISTENCIA (Kg/cm²)
P - 1	Andesita Porfítica de Biotita	Puquio - Ayacucho	45000		5.00	5.00		
S - 1	Andesita Porfítica de Hornblenda	Sta. Barbara - Moquegua	87500		5.00	5.00		
H - 1	Andesita Porfítica de Biotita	Huacoto - Cusco	42500		5.00	5.00		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: Norma :D 2938-95 - Método de prueba estándar para Resistencia a compresión simple de la roca intacta

3.5.8 TÍTULO: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA LAJA

EQUIPOS UTILIZADOS

- Balanza de más de 10 Kg. De capacidad, y sensible al 0.1% del peso de la muestra a ensayar.
- Máquina de Los Ángeles
- Esferas de acero, de 48 mm de diámetro y un peso variable entre 390 y 445 gr.
- Tamices de 3/4", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3"
- Horno, capaz de mantener la temperatura a 110 °C

PROCEDIMIENTO

- La piedra laja es triturada por acción mecánica, hasta obtener tamaños uniformes.
- Se procede a tamizar el agregado grueso hasta conseguir el método de gradación que más se adecue a dicha granulometría.

FIGURA N° 75
TAMIZADO Y PESAJE INICIAL DE LA MUESTRA



FUENTE: PROPIA

- Una vez elegido el método, el peso total es colocado en el interior de la máquina de Los Ángeles conjuntamente con las villas metálicas, se programa el número de revoluciones y tiempo determinado.

FIGURA N° 76
COLOCACIÓN DE LA MUESTRA EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES



FUENTE: PROPIA

- Se retira el material, se tamiza por la malla N° 12 y el total retenido se lava y seca en el horno hasta peso constante. Posteriormente se anota el peso final.

TABLA N° 44

TOMA DE DATOS RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LA PIEDRA LAJA

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<u>RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE</u>					
<u>DE PIEDRA LAJA</u>					
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO				
	ANTHONY ARENAS CUTID				
CLIMA	Templado				
FECHA	23-abr-16				
PRUEBA	1				
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC				
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRA 1		
P ₁	Peso inicial total	gr.	5000		
#E	Cantidad de Esferas	und.	12		
#R	Cantidad de Revoluciones	und.	500		
#T	Tiempo de rotación	min.	15		
P ₂	Peso final seco retenido en el Tamiz N° 12	gr.			
D	Desgaste	(%)			
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA					
REFERENCIAS: ASTM C-131 ,MTC E 207-2000					

3.5.9 TÍTULO: DETERMINACIÓN DE SLUMP

EQUIPOS UTILIZADOS

- Cono de Abrams
- Varilla de 5/8" y longitud de 60 cm
- Badilejo y pala
- Plancha metálica (base del cono)

PROCEDIMIENTO

- El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniendo inmóvil, pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. El concreto se coloca moviendo la pala en torno del borde superior del molde, para asegurar la

homogeneidad. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.

- Enseguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

FIGURA Nº 77
VERTIMIENTO DE CONCRETO



FUENTE: PROPIA

- La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. En el caso de faltar material se añadirá al concreto necesario, enrasando con la barra o cuchara de albañil. Lleno y enrasado el molde, el molde se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos; de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.

FIGURA Nº 78
PROCESO DE DESMOLDE



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 45

TOMA DE DATOS DETERMINACIÓN DE SLUMP

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL 	
RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
LUGAR DE PRUEBA	Lugar del vaciado sito en Calle Túpac Amaru s/n - San Jerónimo

CONCRETO PARA:	P-1 - P-6 V-1 - V-6	L (1")-1 - L(1")-6	L (1 1/2 ")-1 - L(1 1/2 ")-6	P-7 - P-17 P-21 - P-24 V-7 - V-9 L(1")-16 L (1 1/2")-7 - L(1 1/2")-16 L (2")-7 - L(2")-8														
FECHA:	18-ene-16				21-ene-16		23-ene-16		26-ene-16									
SERIE:	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
MEDIDA 1	1.81	2.00	3.00	2.50	2.00	2.10	2.00	2.10	1.60	2.20	2.50	2.20	2.50	2.20	2.50	2.90		
MEDIDA 2	1.82	2.10	2.90	2.60	1.82	2.15	1.82	2.15	1.70	2.15	2.70	2.15	2.70	2.15	2.70	2.80		
MEDIDA 3	1.81	2.00	2.80	2.40	1.90	2.00	1.90	2.00	1.75	2.10	2.60	2.10	2.60	2.10	2.60	2.70		
CONCRETO PARA:	P-18 - P-20 P-25 - P-28 V-10 - V-16 L(1")-7 - L(1")-15							L (2")-1 - L(2")-6		P-29 - P-36 V-17 - V-18 L(1")-17 - L(1")-18 L (1 1/2")-17 - L(1 1/2")-18 L (2")-9 - L(2")-18								
FECHA:	27-ene-16								31-ene-16		15-mar-16							
SERIE:	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8
MEDIDA 1	1.60	2.20	2.50	2.20	2.50	2.20	2.50	2.90	2.50	1.90	1.60	2.20	2.50	2.20	2.50	2.20	2.50	2.90
MEDIDA 2	1.70	2.15	2.70	2.15	2.70	2.15	2.70	2.80	2.54	1.95	1.70	2.15	2.70	2.15	2.70	2.15	2.70	2.80
MEDIDA 3	1.75	2.10	2.60	2.10	2.60	2.10	2.60	2.70	2.48	2.00	1.75	2.10	2.60	2.10	2.60	2.10	2.60	2.70

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: ASTM C-143

3.5.10 TÍTULO: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

EQUIPOS UTILIZADOS

- Equipo de compresión Acutek
- Wincha, vernier
- Brochas

PROCEDIMIENTO

- **Mediciones.-** Se efectúan las mediciones de las probetas con el vernier, promediando las longitudes de dos diámetros normales medidos en la zona central de la probeta.

- **Colocación de la probeta.-** Antes de iniciar el ensayo, se limpian cuidadosamente las superficies planas de contacto de los bloques superior e inferior de la máquina y de la probeta. Se coloca la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y se centra sobre la superficie del mismo, tratando que la probeta quede centrada con el bloque superior.

FIGURA Nº 79
TOMA DE MEDIDAS



FUENTE: PROPIA

FIGURA Nº 80
COLOCACIÓN DE LA PROBETA



FUENTE: PROPIA

- **Calibración de la máquina y velocidad de carga.-** Se calibra la máquina para las dimensiones de la probeta: 0.15m x 0.15m x 0.30m. Se aplica la velocidad de carga continua y constante, desde el inicio hasta producir la rotura, registrando el valor de la carga máxima, tipo de rotura y cualquier observación.

FIGURA Nº 81
PROBETAS YA SOMETIDAS A COMPRESIÓN



FUENTE: PROPIA

TABLA Nº 46

TOMA DE DATOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL											
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID									
CLIMA		Templado									
FECHA		Indicadas respectivamente									
PRUEBA		1									
LUGAR DE		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC									
% de resistencia con relación al F'c de diseño, según su edad de curado		F'c = 245 kg/cm2	A los 7 días: 65% a 70%	159.25	kg/cm2						
				171.5	kg/cm2						
TIPO DE FALLA											
<p>Tipo 1: Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, menos 1 en (25 mm) de agrietarse a través de los casquillos.</p> <p>Tipo 2: Cono bien formado en un extremo, grietas verticales que funcionan a través de los casquillos, ningún cono bien definido en el otro extremo.</p> <p>Tipo 3: Grietas de acollumado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.</p> <p>Tipo 4: Fractura diagonal sin agrietarse a través de extremos, golpearse ligeramente con el martillo para distinguir del tipo 1.</p> <p>Tipo 5: Fracturas laterales en la parte superior o fondo.</p> <p>Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acortado.</p>											
Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	DIÁMETRO 1 (cm)	DIÁMETRO 2 (cm)	ALTURA 1 (cm)	ALTURA 2 (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	TIPO DE FRACTUR A
		OBTENCIÓN	ROTURA								
(TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)											
1	P 1	18-ene-16	25-ene-16	14.90	15.00	14.90	14.90	30.10	30.00	29970.0	TIPO 2
2	P 2	18-ene-16	25-ene-16	14.90	14.90	15.00	15.10	30.10	30.10	28130.0	TIPO 5
3	P 3	18-ene-16	25-ene-16	14.90	15.10	15.00	14.90	30.00	30.00	31240.0	TIPO 5
4	P 4	18-ene-16	25-ene-16	15.00	15.00	14.90	15.20	30.00	30.10	27090.0	TIPO 2
5	P 5	18-ene-16	25-ene-16	14.90	15.20	15.00	15.00	29.90	30.00	29970.0	TIPO 2
6	P 6	18-ene-16	25-ene-16	14.80	15.00	15.00	14.90	30.10	30.00	28930.0	TIPO 5
(TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)											
1	P 7	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.00	14.90	14.90	30.10	30.00	42230.0	TIPO 1
2	P 8	26-ene-16	23-feb-16	14.90	14.90	15.00	15.10	30.10	30.10	41520.0	TIPO 2
3	P 9	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	30.10	30.00	39370.0	TIPO 3
4	P 10	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.00	14.90	15.20	30.10	30.10	37540.0	TIPO 1
5	P 11	26-ene-16	23-feb-16	14.90	14.90	15.00	15.00	30.00	30.00	41650.0	TIPO 2
6	P 12	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	30.00	30.10	40830.0	TIPO 1
7	P 13	26-ene-16	23-feb-16	15.00	15.00	14.90	14.90	30.10	30.00	40310.0	TIPO 2
8	P 14	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.10	30.10	30.10	42230.0	TIPO 1
9	P 15	26-ene-16	23-feb-16	14.80	15.00	15.00	14.90	30.00	30.00	38560.0	TIPO 1
10	P 16	26-ene-16	23-feb-16	15.00	15.00	14.90	14.90	30.00	30.10	39300.0	TIPO 2
11	P 17	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.10	29.90	30.00	41520.0	TIPO 3
12	P 18	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	30.10	30.00	45080.0	TIPO 2
13	P 19	27-ene-16	24-feb-16	15.00	15.00	14.90	14.90	30.10	30.00	46000.0	TIPO 1
14	P 20	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.10	30.10	30.10	40520.0	TIPO 2
15	P 21	26-ene-16	23-feb-16	14.80	15.00	15.00	14.90	30.00	30.00	50950.0	TIPO 1
16	P 22	26-ene-16	23-feb-16	15.00	15.00	14.90	15.20	30.00	30.10	52010.0	TIPO 1
17	P 23	26-ene-16	23-feb-16	14.90	15.20	15.00	15.00	29.90	30.00	43450.0	TIPO 2
18	P 24	26-ene-16	23-feb-16	14.80	15.00	14.90	14.90	30.10	30.00	43450.0	TIPO 1
19	P 25	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.00	15.00	15.10	30.10	30.00	47850.0	TIPO 2
20	P 26	27-ene-16	24-feb-16	14.90	14.90	15.00	15.10	30.10	30.10	45730.0	TIPO 2
21	P 27	27-ene-16	24-feb-16	14.90	15.10	15.00	14.90	30.00	30.00	40240.0	TIPO 5
22	P 28	27-ene-16	24-feb-16	15.00	15.00	14.90	15.20	30.00	30.10	50940.0	TIPO 1
23	P 29	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.20	15.00	15.00	29.90	30.00	55840.0	TIPO 2
24	P 30	15-mar-16	12-abr-16	14.80	15.00	14.90	14.90	30.10	30.00	51010.0	TIPO 1
25	P 31	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.10	15.00	15.10	30.10	30.00	52960.0	TIPO 2
26	P 32	15-mar-16	12-abr-16	15.00	15.00	15.00	15.10	30.10	30.10	52010.0	TIPO 1
27	P 33	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.20	15.00	14.90	30.00	30.10	53310.0	TIPO 2
28	P 34	15-mar-16	12-abr-16	14.80	15.00	14.90	15.20	29.90	30.00	50950.0	TIPO 2
29	P 35	15-mar-16	12-abr-16	14.90	15.20	15.00	15.00	29.90	30.00	51820.0	TIPO 3
30	P 36	15-mar-16	12-abr-16	14.80	15.00	15.00	14.90	30.10	30.00	54890.0	TIPO 2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA
REFERENCIAS: ASTM C-39, NTP 339.034

3.5.11 TÍTULO: ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO

EQUIPOS UTILIZADOS

- Equipo de compresión Acutek
- Wincha, vernier
- Brochas

PROCEDIMIENTO

- **Mediciones.-** Se efectúan las mediciones de los prismas con ayuda de la wincha y vernier, promediando las longitudes de las aristas medidas en la zona central de cada lado.

FIGURA N° 82
TOMA DE MEDIDAS



FUENTE: PROPIA

- **Colocación del prisma.-** Antes de iniciar el ensayo, se limpian cuidadosamente las superficies de contacto de los apoyos superior e inferiores. Se coloca el prisma y se verifica que quede centrada en todos los sentidos, asimismo se sostiene el apoyo superior, debidamente alineado en el centro de la superficie superior del prisma.

FIGURA Nº 83
COLOCACIÓN DEL PRISMA



FUENTE: PROPIA

- **Calibración de la máquina y velocidad de carga.-** Se calibra la máquina para las dimensiones del prisma: $0.15\text{m} \times 0.15\text{m} \times 0.50\text{m}$. Se aplica la velocidad de carga continua y constante, desde el inicio hasta producir la rotura, registrando el valor de la carga máxima, tipo de rotura y cualquier observación adicional.

FIGURA Nº 84
PRISMAS YA SOMETIDOS A FLEXIÓN



FUENTE: PROPIA



TABLA Nº 47

TOMA DE DATOS: ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS RECTANGULARES DE CONCRETO (VIGUETAS PATRÓN)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																		
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO																
		ANTHONY ARENAS CUTID																
CLIMA		Templado																
FECHA		Indicadas respectivamente																
PRUEBA		1																
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC																
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			FECHA		LONGITUD				ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)
				OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR		
						L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)	
(TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)																		
1	V	1	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.10	60.20	60.10	18.10	18.10	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	17.95	2200	
2	V	2	18-ene-16	25-ene-16	60.00	60.10	60.00	59.90	18.10	18.10	18.15	18.00	18.10	18.20	18.20	18.00	2240	
3	V	3	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.10	60.00	59.90	18.10	18.10	18.00	18.05	18.00	18.10	18.20	18.15	2300	
4	V	4	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.20	60.00	59.90	18.00	18.10	18.10	18.00	18.10	18.10	18.10	18.15	2430	
5	V	5	18-ene-16	25-ene-16	60.10	60.00	59.90	59.90	18.10	18.10	18.00	18.05	18.15	18.15	18.15	18.10	2410	
6	V	6	18-ene-16	25-ene-16	60.20	60.20	59.90	59.90	18.20	18.00	18.10	18.00	18.15	18.10	18.10	18.15	2440	
(TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)																		
1	V	7	26-ene-16	23-feb-16	60.20	60.10	60.20	60.10	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	17.95	2760	
2	V	8	26-ene-16	23-feb-16	60.00	60.10	60.00	59.90	18.10	18.00	18.10	18.00	18.15	18.15	18.20	18.00	3050	
3	V	9	26-ene-16	23-feb-16	60.20	60.10	60.00	59.90	18.10	18.10	18.10	18.05	18.00	18.10	18.20	18.15	2700	
4	V	10	27-ene-16	24-feb-16	60.20	60.20	60.00	59.90	18.00	18.10	18.10	18.00	18.10	18.10	18.10	18.15	2790	
5	V	11	27-ene-16	24-feb-16	60.20	60.10	59.90	59.90	18.10	18.10	18.00	18.05	18.15	18.15	18.15	18.10	2890	
6	V	12	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.10	59.90	59.90	18.20	18.00	18.10	18.00	18.15	18.10	18.10	18.15	2630	
7	V	13	27-ene-16	24-feb-16	60.20	60.10	60.20	60.10	18.00	18.10	18.00	18.00	18.10	18.10	18.10	17.95	2820	
8	V	14	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.10	60.00	60.10	18.10	18.10	18.00	18.10	18.10	18.15	18.15	18.00	2840	
9	V	15	27-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	59.90	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.15	2720	
10	V	16	27-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.10	59.90	18.00	18.05	18.10	18.00	18.15	18.15	18.10	18.10	2970	
11	V	17	15-mar-16	12-abr-16	60.10	60.00	59.90	59.90	18.10	18.00	18.10	18.05	18.15	18.15	18.15	18.00	3540	
12	V	18	15-mar-16	12-abr-16	60.20	60.20	59.90	59.90	18.20	18.10	18.10	18.00	18.15	18.10	18.10	18.15	3490	
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA																		
REFERENCIAS: ASTM C-293																		



TABLA Nº 48

TOMA DE DATOS ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS: RECTANGULARES DE CONCRETO
(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1")

200

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																	
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO ANTHONY ARENAS CUTID															
CLIMA		Templado															
FECHA		Indicadas respectivamente															
PRUEBA		1															
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC															
Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		LONGITUD				ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	
		OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR			
				L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)		
(TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)																	
1	L (1")	1	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	60.00	60.00	17.90	17.90	18.00	18.00	18.20	18.00	18.20	18.10	2550
2	L (1")	2	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	60.10	60.10	18.00	18.20	17.90	18.10	18.00	18.10	18.20	18.20	2460
3	L (1")	3	21-ene-16	28-ene-16	59.90	60.00	59.90	60.00	18.00	17.95	18.00	18.00	18.10	18.10	18.20	18.20	2540
4	L (1")	4	21-ene-16	28-ene-16	60.10	60.00	60.00	60.00	18.00	17.90	18.00	18.00	18.10	18.10	18.10	18.10	2430
5	L (1")	5	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	59.90	60.00	17.90	18.00	18.00	18.00	18.20	18.10	18.20	18.10	2140
6	L (1")	6	21-ene-16	28-ene-16	60.00	60.00	60.00	60.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.10	18.10	18.10	2400
(TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)																	
1	L (1")	7	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	60.00	60.00	17.90	17.90	18.00	18.00	18.20	18.10	18.10	18.10	3190
2	L (1")	8	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	18.00	17.90	17.90	18.10	18.00	18.20	18.10	18.20	3130
3	L (1")	9	27-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	59.90	60.00	18.10	18.00	18.20	18.00	18.10	18.10	18.20	18.20	3120
4	L (1")	10	27-ene-16	24-feb-16	60.10	60.00	60.00	60.00	18.00	17.90	18.00	18.00	18.10	18.10	18.10	18.10	3400
5	L (1")	11	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	17.90	18.00	18.00	18.00	18.20	18.10	18.20	18.10	2930
6	L (1")	12	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	60.00	60.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.10	18.10	18.20	3230
7	L (1")	13	27-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	60.00	18.10	17.90	18.00	18.00	18.20	18.00	18.20	18.20	2930
8	L (1")	14	27-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	60.10	60.10	18.00	18.00	17.90	18.00	18.00	18.10	18.10	18.10	2980
9	L (1")	15	27-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.00	17.95	17.90	18.00	18.10	18.10	18.10	18.10	2960
10	L (1")	16	26-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	18.00	17.90	18.00	18.00	18.10	18.20	18.10	18.10	2950
11	L (1")	17	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	59.90	60.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.10	18.10	18.20	18.10	3570
12	L (1")	18	15-mar-16	12-abr-16	60.00	60.00	60.00	60.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.20	18.10	18.10	18.10	3650
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA																	
REFERENCIAS: ASTM C-293																	



TABLA Nº 49

TOMA DE DATOS ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS: RECTANGULARES DE CONCRETO
(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1 1/2")



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



RESPONSABLES	JANET MORMONTOY PRADO
	ANTHONY ARENAS CUTID
CLIMA	Templado
FECHA	Indicadas respectivamente
PRUEBA	1
LUGAR DE PRUEBA	Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC

Nº	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA		LONGITUD				ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)	
		OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR			
				L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)		
(TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)																	
1	L (1 1/2")	1	23-ene-16	30-ene-16	60.00	60.20	59.90	60.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.20	2790
2	L (1 1/2")	2	23-ene-16	30-ene-16	60.00	60.10	60.10	60.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	2590
3	L (1 1/2")	3	23-ene-16	30-ene-16	60.00	59.90	60.00	59.90	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	2610
4	L (1 1/2")	4	23-ene-16	30-ene-16	59.90	60.00	59.90	60.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	2440
5	L (1 1/2")	5	23-ene-16	30-ene-16	59.90	60.00	60.00	59.90	18.00	17.90	18.10	18.00	18.10	18.00	18.00	18.10	2510
6	L (1 1/2")	6	23-ene-16	30-ene-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	2590
(TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)																	
1	L (1 1/2")	7	26-ene-16	24-feb-16	60.00	60.20	59.90	60.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.20	3150
2	L (1 1/2")	8	26-ene-16	24-feb-16	60.00	60.00	59.90	60.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	2970
3	L (1 1/2")	9	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	59.90	18.00	18.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	3010
4	L (1 1/2")	10	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	59.90	60.00	18.10	18.00	18.10	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	3130
5	L (1 1/2")	11	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	59.90	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	3440
6	L (1 1/2")	12	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.10	18.00	18.00	18.10	18.10	18.20	18.00	18.10	3140
7	L (1 1/2")	13	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	60.00	17.90	18.10	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.20	3310
8	L (1 1/2")	14	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	60.00	18.10	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.20	3000
9	L (1 1/2")	15	26-ene-16	24-feb-16	60.00	59.90	60.00	59.90	18.00	18.10	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	3190
10	L (1 1/2")	16	26-ene-16	24-feb-16	59.90	59.90	60.00	60.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.20	2710
11	L (1 1/2")	17	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	59.90	18.00	17.90	17.90	18.10	18.00	18.10	18.00	18.10	4180
12	L (1 1/2")	18	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	3070

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

REFERENCIAS: ASTM C-293



TABLA Nº 50
TOMA DE DATOS ENSAYO DE FLEXIÓN DE PRISMAS: RECTANGULARES DE CONCRETO
(VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 2")

202

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																	
RESPONSABLES		JANET MORMONTOY PRADO															
		ANTHONY ARENAS CUTID															
CLIMA		Templado															
FECHA		Indicadas respectivamente															
PRUEBA		1															
LUGAR DE PRUEBA		Laboratorio de Suelos y Pavimentos UAC															
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FECHA			LONGITUD				ANCHO				PERALTE				CARGA DE ROTURA (kg)
		OBTENCIÓN	ROTURA	SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR		SUPERIOR		INFERIOR			
				L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	A3 (cm)	A4 (cm)	P1 (cm)	P2 (cm)	P3 (cm)	P4 (cm)		
(TIEMPO CURADO: 7 DÍAS)																	
1	L (2")	1	31-ene-16	07-feb-16	60.00	60.10	59.90	60.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.20	2920
2	L (2")	2	31-ene-16	07-feb-16	60.00	60.10	60.10	60.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.00	18.20	2920
3	L (2")	3	31-ene-16	07-feb-16	59.90	59.90	60.00	60.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	3010
4	L (2")	4	31-ene-16	07-feb-16	59.90	60.00	59.90	60.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	3220
5	L (2")	5	31-ene-16	07-feb-16	59.90	60.10	60.00	59.90	18.00	17.90	18.10	18.00	18.10	18.00	18.00	18.10	2800
6	L (2")	6	31-ene-16	07-feb-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	3090
(TIEMPO CURADO: 28 DÍAS)																	
1	L (2")	7	26-ene-16	24-feb-16	59.90	60.10	59.90	60.00	18.10	18.00	18.10	18.00	18.10	18.10	18.10	18.20	3320
2	L (2")	8	26-ene-16	24-feb-16	59.90	59.90	60.10	60.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	3080
3	L (2")	9	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	3660
4	L (2")	10	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	59.90	60.00	17.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.20	3480
5	L (2")	11	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.10	60.00	59.90	18.10	18.10	18.10	18.00	18.10	18.00	18.10	18.10	3850
6	L (2")	12	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.20	18.10	18.20	3120
7	L (2")	13	15-mar-16	12-abr-16	60.00	59.90	59.90	60.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.20	3130
8	L (2")	14	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	59.90	18.10	18.00	18.00	18.00	18.10	18.10	18.00	18.20	3580
9	L (2")	15	15-mar-16	12-abr-16	59.90	59.90	59.90	60.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.00	18.10	18.10	3590
10	L (2")	16	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.10	59.90	60.00	18.10	18.10	18.00	18.00	18.00	18.00	18.10	18.20	2770
11	L (2")	17	15-mar-16	12-abr-16	59.90	59.90	60.00	59.90	18.00	17.90	18.10	18.00	18.10	18.10	18.00	18.10	3570
12	L (2")	18	15-mar-16	12-abr-16	59.90	60.00	60.00	60.00	18.10	18.10	18.10	18.10	18.10	18.00	18.10	18.20	3660
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA																	
REFERENCIAS: ASTM C-293																	

3.5.12 TÍTULO: EVALUACIÓN DE COSTOS PARA DIFERENTES ESPEORES DE PIEDRA LAJA CON JUNTA SECA EMBEBIDA EN VIGUETAS DE CONCRETO CON REFERENCIA A UNA VIGUETA DE CONCRETO TRADICIONAL

Para el siguiente procedimiento de recolección de datos, se tomó únicamente el costo de los insumos utilizados en el trabajo de investigación, agrupándolos en ítems bajo el siguiente detalle: Costo de materiales del concreto, curado del concreto, encofrado, piedra laja, equipo y herramientas.

EQUIPOS UTILIZADOS

- Computadora con software Microsoft Excel

PROCEDIMIENTO

- Se identifica los insumos utilizados en la investigación.
- Se genera una plantilla, describiendo dichos insumos agrupados en ítems y se procede al llenado de la unidad de medida del insumo, cantidad o aporte y precio unitario respectivamente.

TABLA N° 51
TOMA DE DATOS: EVALUACIÓN DE COSTOS DE VIGUETAS PATRÓN

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS PATRON					
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.
* Para 01 vigueta de concreto elaborada para la investigación					TOTAL S/.
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
I. CONCRETO					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	3.770	24.50		
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.360	80.00		
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.360	100.00		
AGUA	m3	0.350	0.50		
COSTO CONCRETO					
II. CURADO DE CONCRETO					
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00		
AGUA	m3	4.608	0.50		
COSTO DE CURADO					
III. ENCOFRADO					
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00		
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20		
COSTO DE ENCOFRADO					
IV. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00		
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00		
COSTO DE HERRAMIENTAS					
FUENTE: PROPIA					

TABLA N° 52
TOMA DE DATOS: EVALUACIÓN DE COSTOS DE VIGUETAS CON 1”
DE PIEDRA LAJA EMBEBIDA

EVALUACIÓN DE COSTOS PARA VIGUETAS EMBEBIDAS CON PIEDRA LAJA DE 1"					
* Para 18 viguetas de concreto elaboradas para la investigación					TOTAL S/.
* Para 01 vigueta de concreto con piedra laja de 1", elaborada para la investigación					TOTAL S/.
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD/ APORTE	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
I. CONCRETO					
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	Bls	3.192	24.50		
AGREGADO GRUESO DE VICHO 3/8"	m3	0.304	80.00		
AGREGADO FINO DE LAMAY	m3	0.304	100.00		
AGUA	m3	0.292	0.50		
COSTO CONCRETO					
II. CURADO DE CONCRETO					
TANQUE DE CURADO F°G° (1.30 x 2.40 x 2.40m)	Und	1.000	400.00		
AGUA	m3	4.608	0.50		
COSTO DE CURADO					
III. ENCOFRADO					
ENCOFRADO METÁLICO (e = 4.8 mm)	Und	8.000	180.00		
PETRÓLEO DIESEL B-5	Gln	0.700	10.20		
COSTO DE ENCOFRADO					
IV. PIEDRA LAJA					
PIEDRA LAJA (0.18 x 0.20 ; e = 1")	m2	1.940	90.00		
COSTO DE PIEDRA LAJA					
V. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 4.5 P3 HIMPAC	Día	1.000	50.00		
AMOLADORA DE 8 HP	Día	1.000	10.00		
DISCO DE CORTE (d = 7")	Und	1.000	20.00		
HERRAMIENTAS MANUALES (Pala, Bugui, Cono de Abrams)	Glb	1.000	60.00		
COSTO DE HERRAMIENTAS					
FUENTE: PROPIA					