

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“MÉTODOS DE CURADO EN PAVIMENTO RIGÍDO
REFORZADO EN LA AV. CIRCUNVALACIÓN
TRAMO AV. INDEPENDENCIA - AV. HUANCANÉ
JULIACA - 2016”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

SUCA PAMPA LUIS MICHEL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2017

ACTA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Juliaca, siendo las 18:00 Hrs. del 13 de junio del 2017, bajo la presidencia del catedrático:

ING. GILMER SALAS MADERA

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL**, bajo la modalidad de Sistema de Tesis (Resolución 3175-2003-R-UAP), en la que:

SUCA PAMPA, LUIS MICHEL

Sustento la Tesis titulada:

**“METODOS DE CURADO EN PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO EN LA AV.
CIRCUNVALACION TRAMO AV. INDEPENDENCIA - AV. HUANCANE JULIACA -
2016”**

Ante el Jurado integrado por los señores catedráticos:

ING. GILMER SALAS MADERA

(Presidente)

Ing. WILHEM ROGGER LIMACHI VIAMONTE

(Miembro/Secretario)


Ing. ALFREDO PONCE FLORES

(Miembro)

Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el Señor Presidente y los demás miembros del Jurado.


.....
Ing. WILHEM ROGGER LIMACHI VIAMONTE
Miembro/Secretario
CIP: 113528


.....
Ing. ALFREDO PONCE FLORES
Miembro
CIP: 73698


.....
ING. GILMER SALAS MADERA
Presidente
CIP: 86417

DEDICATORIA

- ❖ A mi padre (†) por haberme traído a la vida y dejar todo un legado en su camino el cual me inspira y motiva para seguir adelante.
- ❖ A mi querida madre por há verme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se lo debo a ella, me formo con reglas y algunas libertades, pero al fin de cuentas siempre me motiva constantemente para alcanzar mis anhelos es un privilegio ser su hijo
- ❖ A mi hermano Alex que es mi motivación mas grande para concluir con éxito este proyecto de Tesis.
- ❖ Para mis queridos Hermanos Hugo y Giovana
- ❖ A una persona muy especial en mi vida por su apoyo incondicional y su tolerancia.

LUIS MICHEL

AGRADECIMIENTO

Dedico de manera especial à mi hermano Alex Edgar pues el fue el principal cimiento para la construcción de este objetivo, siendo en mi un reto de superación, en el tengo un espejo en el cual me quiero reflejar pues son sus virtudes infinitas y su gran corazón me lleva admirarla cada día.

Gracias Dios por concederme el mejor de los Hermanos.

LUIS MICHEL

RESUMEN

La presente investigación es notable y está referido a los diferentes tipos de curado de concreto en pavimentos rígidos. El curado significa simplemente mantener el agua en el concreto que influye en la combinación o reacción química del cemento y agua finalmente se transforme en un material duro que ayude a desarrollar un concreto resistente y durable.

La calidad del concreto debe garantizarse con un correcto curado luego del vaciado y fraguado los que indican en los planos estructurales ($f'c= 300 \text{ Kg/cm}^2$ siendo la resistencia de diseño de la tesis), cumpliéndose que la estructura se comportará adecuadamente ante las sollicitaciones de fuerzas externas (sismos), obteniendo en el tiempo buenos resultados en los vaciados de pavimento rígido y que cumplan con el principio de seguridad. Observando en la mayoría de construcciones en pavimento rígido no se realiza un curado adecuado por la falta de conocimiento sobre el curado, por lo cual se consideró tres condiciones de curado en la presente tesis siendo:

- ✓ Método de curado con agua y protegida con arpillera
- ✓ Método de curado con agua anegamiento o inmersión.
- ✓ Método de curado con aditivo sika antisol

Luego de la aplicación de los métodos de curado, en laboratorio se procedió con los ensayos de resistencia a la compresión bajo las Normas Técnicas: ASTM C – 39, AASHTO T-22, NTP 339 - 034, considerando la resistencia especificada para el concreto en estudio corresponde a la resistencia de diseño $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$, la edad del concreto elegida es a los 28 días por cuanto debe de llegar a alcanzar un 99% de la resistencia a la compresión de diseño.

Finalmente se procedió a contrastar los resultados y técnicamente podemos concluir. Que siendo la resistencia de diseño de $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$, al que comparamos según cada condición de curado, únicamente el método de curado con agua arpillera es el que supera la resistencia de diseño, y que en las condiciones de método de curado con anegamiento o inmersión, método de curado con aditivo Sika Antisol, ninguno de estos dos métodos cumple y alcanzan la resistencia de diseño a los 28 días.

ABSTRACT

This research is important and is referred to different types of curing concrete in buildings; since those who are experienced we have allowed us to confirm our hypothesis thesis. Curing simply means keeping the water in the concrete influencing the combination or chemical reaction of cement and water finally becomes a hard material to help develop a strong and durable concrete.

The quality of the concrete must would guarantee a correct then curing the casting and curing those stated in the structural plans ($f_c = 300 \text{ kg / cm}^2$ being the design strength of the thesis) , fulfilling the structure will behave appropriately to the solicitations of external forces (earthquakes) , obtaining good results in time in buildings and comply with the principle of security. Observing in most new construction proper curing it is performed by the lack of knowledge about curing, thus curing three conditions being considered:

- ✓ Water curing method and burlap protected.
- ✓ Method of curing with wáter watering or immersion.
- ✓ Cure method with additive Sika Antisol.

After application of curing methods, laboratory we proceeded with the tests of resistance to compression under the Technical Standards: ASTM C - 39; AASHTO T-22, NTP 339-034, considering the strength specified for concrete corresponds to the design strength $f'_c = 300 \text{ kg / cm}^2$, concrete age is chosen because 28 Days as long as it must reach 99% of the compression strength of the design.

Finally we proceeded to contrast the results and technically we can conclude: That being the Design Resistance of $f'_c = 300\text{Kg / cm}^2$, which we compare according to each curing condition, only the method of curing with burlap water is the one that surpasses the resistance Of design, and that under the conditions of curing method with waterlogging or immersion, curing method with Sika Antisol additive, that is to say that none of these methods meets and reach the design resistance at 28 days.

INDICE

1. CAPITULO I :PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

| | | |
|--------|---|----|
| 1.1. | DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 15 |
| 1.2. | DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.2.1. | DELIMITACIÓN ESPACIAL..... | 16 |
| 1.2.2. | DIMENSIÓN SOCIAL..... | 17 |
| 1.2.3. | DELIMITACIÓN TEMPORAL..... | 17 |
| 1.2.4. | DELIMITACIÓN CONCEPTUAL..... | 17 |
| 1.3. | PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN..... | 19 |
| 1.3.1. | PROBLEMA GENERAL..... | 19 |
| 1.3.2. | PROBLEMAS ESPECÍFICOS..... | 19 |
| 1.4. | OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 1.4.1. | OBJETIVO GENERAL..... | 20 |
| 1.4.2. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 20 |
| 1.5. | FORMULACION DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN... .. | 20 |
| 1.5.1. | HIPÓTESIS GENERAL..... | 20 |
| 1.5.2. | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS..... | 20 |
| 1.6. | VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 1.6.1. | VARIABLE INDEPENDIENTE..... | 21 |
| 1.6.2. | VARIABLES DEPENDIENTES..... | 21 |
| 1.6.3. | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... | 21 |
| 1.7. | VIABILIDAD..... | 21 |
| 1.7.1. | VIABILIDAD ECONÓMICA..... | 21 |
| 1.7.2. | VIABILIDAD TÉCNICA..... | 22 |
| 1.7.3. | VIABILIDAD OPERATIVA..... | 22 |
| 1.8. | METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 1.8.1. | TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| A. | TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| B. | NIVEL DE INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 1.8.2. | DISEÑOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| A. | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| B. | MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| 1.9. | POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| 1.9.1. | POBLACIÓN..... | 23 |
| 1.9.2. | MUESTRA..... | 23 |
| 1.10. | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 1.10.1. TÉCNICAS..... | 24 |
| 1.10.2. INSTRUMENTOS..... | 24 |
| 1.11. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE INVESTIGACIÓN..... | 24 |
| A. JUSTIFICACIÓN..... | 24 |
| B. IMPORTANCIA..... | 25 |
| C. LIMITACIONES..... | 25 |

2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 26 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS..... | 27 |
| 2.2.1. EL CONCRETO..... | 27 |
| A. CEMENTO..... | 30 |
| B. AGREGADOS..... | 36 |
| C. AGUA..... | 50 |
| 2.2.2. ADITIVO..... | 57 |
| A. DEFINICIÓN..... | 57 |
| B. CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS..... | 58 |
| C. ADICIONES PARA CONCRETO..... | 62 |
| 2.2.3. CURADO..... | 64 |
| A. CONSIDERACIONES GENERALES..... | 64 |
| B. DEFINICIÓN..... | 65 |
| C. REQUISITOS BÁSICOS DEL CURADO..... | 65 |
| D. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CURADO..... | 67 |
| ♦ CURADO CON AGUA PROTEGIDA CON ARPILLERA..... | 67 |
| ♦ CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN | 68 |
| ♦ CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL..... | 70 |
| 2.2.4. ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO..... | 72 |
| A. DISEÑO DE MEZCLAS: NORMAS: ACI 211.1.74, ACI 211.1.81..... | 72 |
| B. ENSAYO DE REVENIMIENTO ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN CON EL CONO DE ABRAMS. NORMA: NTP 339 - 035..... | 74 |
| C. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN METODO ESTANDAR DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO..... | 78 |

3. CAPITULO III: PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROBLEMA..... | 84 |
| 3.2. | PROPUESTA TÉCNICA EXPERIMENTAL..... | 85 |
| 3.2.1. | FUNDAMENTACIÓN..... | 85 |
| 3.3. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA..... | 86 |
| 3.3.1. | MATERIALES E INSUMOS..... | 86 |
| 3.3.2. | EQUIPOS E INDUMENTARIA NECESARIA..... | 86 |
| 3.3.3. | MATERIALES Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN..... | 87 |
| 3.3.4. | PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL..... | 88 |
| A. | TOMA DE MUESTRAS..... | 88 |
| B. | CURADO..... | 90 |
| C. | ENSAYO DE LABORATORIO..... | 90 |
| D. | COMPARACIÓN O CONTRASTE DE RESULTADOS..... | 94 |

4. CAPITULO IV: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | | |
|------|--|-----|
| 4.1. | PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 95 |
| 4.2. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 96 |
| | CONCLUSIONES..... | 100 |
| | RECOMENDACIONES..... | 102 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 103 |
| | WEB GRAFÍA..... | 104 |
| | ANEXOS..... | 105 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA N° 01: COMPONENTES DEL CONCRETO..... | 30 |
| TABLA N° 02: COMPUESTOS QUÍMICOS DEL CEMENTO..... | 32 |
| TABLA N° 03: FABRICAS DE CEMENTO EN EL PERÚ..... | 36 |
| TABLA N° 04: FABRICAS DE CEMENTO Y SU CAPACIDAD EN EL PERÚ..... | 36 |
| TABLA N° 05: PORCENTAJES PERMISIBLES DEL AGREGADO FINO..... | 39 |
| TABLA N° 06: REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO... | 43 |
| TABLA N° 07: LIMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO SEGÚN NTP 339.008..... | 51 |
| TABLA N° 08: TIEMPO DE INICIO DE CURADO..... | 71 |
| TABLA N° 09: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN..... | 77 |
| TABLA N° 10: CLASES DE MEZCLA SEGÚN ACENTAMIENTO..... | 77 |
| TABLA N° 11: FACTORES DE CORRECCIÓN..... | 79 |
| TABLA N°12: PRESUPUESTOS..... | 87 |
| TABLA N°13: MUESTRAS PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..... | 89 |
| TABLA N°14: PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM-39, AASHTO T-22, NTP 339-034, MÉTODO DE CURADO CON AGUA Y ARPILLERA.. | 91 |
| TABLA N°15: PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM-39, AASHTO T-22, NTP 339-034, MÉTODO DE CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL..... | 92 |
| TABLA N°16: PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM-39, AASHTO T-22, NTP 339-034, MÉTODO DE CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN..... | 93 |
| TABLA N°17: RESUMEN DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS..... | 94 |
| TABLA N°18: RESUMEN DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..... | 95 |
| TABLA N°19: COMPARACIONES DE CURADO CON AGUA ARPILLERA Y SIKA ANTISOL..... | 97 |

| | |
|--|----|
| TABLA N°20: COMPARACIONES DE CURADO CON AGUA ARPILLERA Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN..... | 98 |
| TABLA N°21: COMPARACIONES DE CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN..... | 99 |

INDICE DE LAS ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| ILUSTRACIÓN N° 01: VISTA PANORAMICA DE LA AV. CIRCUNVALACIÓN..... | 16 |
| ILUSTRACIÓN N° 02: PIRAMIDES DE EGIPTO..... | 27 |
| ILUSTRACIÓN N° 03: CONSTRUCCIONES ROMANAS..... | 28 |
| ILUSTRACIÓN N° 04: CASA DE OPERA..... | 29 |
| ILUSTRACIÓN N° 05: ORIGEN DE LOS TIPOS DE ROCA (AGREGADOS)..... | 37 |
| ILUSTRACIÓN N° 06: AGREGADO FINO..... | 40 |
| ILUSTRACIÓN N° 07: TAMICES PARA AGREGADO FINO..... | 40 |
| ILUSTRACIÓN N° 08: AGREGADO GRUESO..... | 44 |
| ILUSTRACIÓN N° 09: TAMICES PARA AGREGADO GRUESO..... | 44 |
| ILUSTRACIÓN N° 10: HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS..... | 48 |
| ILUSTRACIÓN N° 11: HERRAMIENTAS PARA LA PRUEBA DE REVENIMIENTO | 74 |
| ILUSTRACIÓN N°12: APISONADO DE LAS TRES CAPAS | 75 |
| ILUSTRACIÓN N°13:TOMA DE LECTURA..... | 76 |
| ILUSTRACIÓN N°14: EFECTOS DEL REVENIMIENTO..... | 76 |
| ILUSTRACIÓN N°15: HERRAMIENTAS PARA LA PRUEBA DE COMPRESIÓN.... | 80 |
| ILUSTRACIÓN N°16: OBTENCIÓN DE MUESTRAS | 81 |
| ILUSTRACIÓN N°17: COLOCADO DE LAS CAPAS DE LAS MUESTRA..... | 82 |
| ILUSTRACIÓN N°18: NIVELACIÓN Y CULMINACIÓN DEL ENRASADO DE MUESTRAS..... | 82 |
| ILUSTRACIÓN N°19: COMPARACIONES DE RESISTENCIA ENTRE LOS MÉTODOS DE CURADO ENTRE LOS TRES MÉTODOS DE CURADO..... | 96 |
| ILUSTRACIÓN N°20: COMPARACIONES ENTRE EL CURADO CON AGUA ARPILLERA Y ADITIVO SIKA ANTISOL..... | 97 |
| ILUSTRACIÓN N°21: COMPARACIONES ENTRE EL CURADO CON AGUA ARPILLERA Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN..... | 98 |
| ILUSTRACIÓN N°22: COMPARACIONES ENTRE EL CURADO CON SIKA ANTISOL Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN..... | 99 |

INTRODUCCIÓN

La presente investigación está referido al concreto en pavimento rígidos; haciendo notar que el uso del concreto con fines estructurales en pavimentos, hace poco más de un siglo, se observaron los problemas que afectan al material cuando el fraguado es rápido. A mediados del siglo XX se estudian las causas físicas y químicas que explican por qué el concreto no alcanza su máxima resistencia a la compresión según su $f'c$ diseñado y especificado en términos de sus propiedades químicas y mecánicas, cuando pierde humedad en forma acelerada después de su colocación.

Las obras de ingeniería que se realizan en la mayoría de los países desarrollados, utilizan como material de construcción al concreto en sus diversas formas. Por su condición de estar constituido por materiales que abundan a lo largo del planeta, de fácil obtención, y de uso muy difundido y aceptado es intrincado pensar en alternativas viables, al menos en un futuro próximo que modifiquen sensiblemente el consumo de cemento y agregados.

El cemento hidráulico es un producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con adición eventual de yeso natural. El Clinker portland se forma tras la calcinación de la caliza y arcilla a temperatura que fluctúan entre 1350° y 1450°C.

El curado del concreto es la parte del procedimiento constructivo que busca mantener el material en condiciones húmedas para promover que las reacciones químicas entre el cemento y el agua continúen por el tiempo suficiente para aprovechar el potencial aglutinante del cemento.

El término curado se utiliza tanto para describir la evolución natural por medio del cual el concreto de cemento hidráulico madura y desarrolla sus propiedades mecánicas típicas del material en estado endurecido, como para describir las acciones tomadas por el constructor para mantener el concreto húmedo y dentro de un rango de temperatura adecuada, de tal manera que se promueva la hidratación del cemento. En el primer sentido, el tiempo de curado del concreto se refiere al lapso en el cual se desarrollan las reacciones químicas del cemento con el agua, sin que se realice acción alguna; mientras que en el segundo sentido, se refiere al tiempo durante el cual se ejecutan acciones específicas para mantener el concreto en las condiciones favorables de humedad y temperatura.

La calidad del concreto debe garantizarse con un correcto curado luego del vaciado y fraguado los que indican en las especificaciones técnicas y cuidados del concreto, cumpliéndose que el pavimento se comportará adecuadamente ante las sollicitaciones de fuerzas externas (sismos), obteniendo en el tiempo buenos resultados en los vaciados de pavimento rígido y que cumplan con el principio de seguridad.

En la ciudad de Juliaca, el clima se presenta en diversas formas, que oscila entre cambios imprevistos entre muy frío y muy cálido a la vez. En el primer caso, la principal preocupación es que los compuestos del cemento no reaccionen con el agua (o que lo hagan en forma muy lenta), o que incluso, ésta se congele. Mientras que en el segundo caso, la principal preocupación es que el agua del concreto se evapore rápidamente, lo que permite que una parte significativa del cemento no se hidrate.

Por ello la labor de este trabajo se centrará en proporcionar una explicación clara y concisa de todos los aspectos que influyen en la utilización del concreto, desde el aspecto estructural hasta la preparación, acabado y sobre todo el curado del mismo, también mencionaremos el estudio y análisis del reglamento y normas de la construcción vigentes, así como son sus aplicaciones en el vaciado de pavimentos rígidos.

CAPÍTULO I

I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La presente investigación es importante debido a que nos permite tener una percepción amplia acerca de los métodos del curado; ya que los que se han experimentado nos han permitido confirmar nuestra hipótesis de trabajo. El curado significa simplemente mantener el agua en el concreto donde pueda hacer su trabajo al combinarse químicamente con el cemento para que se transforme en un material adherente duro que ayude a desarrollar un concreto resistente y durable. Buen curado significa mantener el concreto húmedo y a 21°C (70°F) hasta que el concreto sea lo suficientemente resistente para hacer su trabajo. La práctica recomendada es un curado mínimo de 7 días para una temperatura ambiente por encima de los 4°C (50°F), o durante el tiempo necesario para obtener el 70% de la resistencia a la compresión o flexión especificado.

El concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los 7 días del vaciado. La resistencia final de concreto depende en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. El 30% o más de la resistencia, puede perderse por un secado prematuro del concreto o si la temperatura baja a 5C° o menos durante los primeros días, a menos que se mantenga el concreto continuamente húmedo durante un largo tiempo después del descenso de temperatura. La congelación del concreto fresco puede reducir su resistencia mecánica hasta el 50%.

Para evitar estos peligros, el concreto debe protegerse de las pérdidas de humedad al menos durante SIETE DIAS y, en trabajos más delicados hasta CATORCE DIAS. Cuando se utilizan cementos de alta resistencia inicial, los periodos de curado pueden reducirse a la mitad.

La ciudad de Juliaca es una zona frígida con clima variado, entre frío, seco, lluvioso y desmesurado calor al mediodía, con presencia permanente de heladas, y que presenta cambios de temperatura brusca. Es por ello que el concreto no alcanza una óptima resistencia porque no existe un tipo de curado adecuado.

Observando en la mayoría de construcciones de pavimento no se realiza un curado adecuado por la falta de conocimiento sobre el curado, perdiendo las propiedades mecánicas del concreto.

Un concreto que no se cura inmediatamente después de las 3 horas de vaciado, tienden a perder del 3% al 5% de humedad en dicho lapso, pero ella es recuperable si se les aplica alguno de los procedimientos de curado por humedad indicados.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

La investigación se realiza en el espacio territorial de la ciudad de Juliaca, Distrito de Juliaca y Provincia de San Román de la Región Puno; donde se está realizando el pavimentado de la Av. Circunvalación tramo Av. Independencia-Av. Huancané margen izquierdo.

Geográficamente se encuentra ubicado en su coordenada es $15^{\circ}29'24''$ de Latitud Sur y $70^{\circ}08'00''$ de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, con una altitud promedio de 3824.00 m.s.n.m.



ILUSTRACION 1. Vista panorámica de la Av. Circunvalación

1.2.2 DIMENSIÓN SOCIAL

La investigación se realiza en el contexto social del ámbito de la ciudad de Juliaca, donde se está construyendo la obra "Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. Circunvalación, (Av. Independencia –Av. Huancané) de la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román en el Departamento de Puno.

1.2.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

La investigación tendrá una duración de 04 meses, donde el periodo de la misma comprende desde el mes de Setiembre - Diciembre del 2016; tiempo que permitirá el desarrollo de las tomas de las muestras y los ensayos de laboratorio correspondiente.

1.2.4 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

CONCRETO:

El concreto es el material constituido por la mezcla de ciertas proporciones de cemento agua y agregados opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente consigue un consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes lo que lo hace un material ideal para la construcción.

CEMENTO:

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en acoplamiento con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contiene Cal, Alúmina, Fierro y Sílice en proporciones determinadas, Es decir:

Cemento Portland = Clinker Portland + Yeso

ADITIVO:

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar algunas de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin a que se requiera.

Los aditivos que deben emplearse en el concreto deben de cumplir con las especificaciones de la norma ITINTEC 339.086.

FRAGUADO:

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.

También se denomina fraguado al proceso de endurecimiento de la pasta de yeso o del mortero de cal.

En el proceso general de endurecimiento del concreto se presenta un estado de fraguado inicial en que la mezcla pierde su plasticidad. Se denomina fraguado final al estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable. El tiempo comprendido entre estos dos estados se llama tiempo de fraguado de la mezcla que se estima en unas diez horas, aunque varía dependiendo de la humedad relativa, temperatura ambiente, etc.

Se pueden añadir aditivos retardantes o acelerantes del fraguado que permiten su mejor manejo en obra.

CURADO:

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. El curado comienza inmediatamente después del vaciado (colado) y el acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. En la mayoría de los casos se realiza con concretos y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material.

El ensayo más universalmente reconocido para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas, las cuales se funden en moldes especiales de acero o hierro fundido que tienen 150mm de diámetro por 300mm de altura (relación diámetro: altura 1:2). Los procedimientos relativos a este ensayo se encuentran especificados en las normas NTC 550 y 673 que hacen referencia a la confección de cilindros y al ensayo de resistencia compresión.

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los efectos de la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con anegamiento o inmersión (arrocera), y aditivo Sika Antisol?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la compresión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua-arpillera, en la Ciudad de Juliaca.
- b) ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la compresión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua-anegamiento o inmersión, en la Ciudad de Juliaca.
- c) ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la compresión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con aditivo sika antisol en la Ciudad de Juliaca.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos de la resistencia a la compresión del concreto en pavimento rígido aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua- anegamiento o inmersión, y curado con aditivo sika antisol.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar el efecto de la resistencia a la compresión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua-arpillera.
- b) Determinar el efecto de la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos aplicando el método de curado con agua- anegamiento o inmersión.
- c) Determinar el efecto de la resistencia a la compresión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con aditivo sika antisol.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Los efectos de la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos serán diferentes aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua- anegamiento, curado con aditivo sika antisol en la Ciudad de Juliaca.

1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) La resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos aplicando el método de curado con agua-arpillera, será diferente en comparación al método de curado con agua- anegamiento o inmersión, en la Ciudad de Juliaca.

- b) La resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos aplicando el método de curado con agua-anegamiento o inmersión, será diferente en comparación al método de curado con aditivo sika antisol, en la Ciudad de Juliaca.
- c) La resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos aplicando el método de curado con aditivo sika antisol, será diferente en comparación al método de curado con agua-arpillera, en la Ciudad de Juliaca.

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Método de curado del concreto.

1.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígidos.

1.6.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Matriz de consistencia

(VER ANEXO) Pagina 110

1.7 VIABILIDAD

1.7.1 VIABILIDAD ECONÓMICA

La determinación del tipo de curado adecuado para el concreto utilizado en pavimentos rígidos requiere un presupuesto aproximado de S/. 3,600.00, que básicamente corresponde a toma de muestras, curado y ensayos de laboratorio, la que será asumido completamente por el investigador y de ese modo hace que la ejecución del presente estudio sea económicamente viable.

1.7.2 VIABILIDAD TÉCNICA

Los materiales y ensayos empleados para la investigación se encuentran acorde a lo recomendado por el Reglamento Nacional de

Edificaciones y ASTM (American Standar For Testing Materials), así como la certificación de los resultados en laboratorios de concreto, y en nuestro medio existen los alcances técnicos necesarios los cuales hacen que técnicamente sean viables.

1.7.3 VIABILIDAD OPERATIVA

La presente investigación será implementada en pavimentos rígidos de la Ciudad de Juliaca y verificadas en laboratorios de concreto, con lo que se determinará la mejor condición de curado a través de métodos existentes y comparados en función de la resistencia a la compresión de diseño $f'c= 300 \text{ Kg/cm}^2$; estas consideraciones en su conjunto hacen que la investigación sea operativamente viable.

1.8 METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

A. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación por sus características se enmarca dentro del enfoque cuantitativo, debido a que se determinarán las resistencias a la compresión según la aplicación de un método de curado del concreto.

B. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es experimental – comparativo, porque se compararán resultados del ensayo de resistencia a la compresión para probetas o testigos con diferentes métodos de curado y en diferentes edificaciones.

1.8.2 DISEÑOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

A. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño corresponde a una investigación experimental – comparativo, dado que se manipula la variable independiente en contexto natural para después analizarlos; es decir, se manipulo la

variable en estudio. Así mismo, es de corte transversal, porque toma una instantánea de una población en un momento determinado, lo que permite extraer conclusiones.

B. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método para el presente caso de investigación es la de lógico – inductivo, porque se inicia de un caso particular y que los elementos del objeto de investigación no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad, obligando al sujeto de investigación a recurrir a tomar una muestra representativa, que permita hacer generalizaciones.

1.9 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

1.9.1 POBLACIÓN

La población total de la presente investigación son las obras que se ejecutaran con pavimento rígido en proceso de construcción de la Ciudad de Juliaca.

1.9.2 MUESTRA

La muestra de estudio es conformada por 4 tramos según progresivas en proceso constructivo en las que se tomarán 06 muestras en cada una para aplicar 03 formas de curado es decir 02 muestras para cada caso, haciendo un total de 24 ensayos de prueba a la resistencia a la compresión del concreto, donde para determinar la muestra se utilizó el muestreo.

1.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.10.1 TÉCNICAS

a) Medición.

Se realizaron mediciones directas en campo, para lo cual se elaboraron fichas de monitoreo con la finalidad de contar con la

lectura de datos in situ de los valores de pH de los efluentes de agua cruda y tratada según requiera el caso.

b) Observación.

Se realizaron las observaciones correspondientes en campo, con respecto a la funcionalidad de sistema implementado y como también a los resultados obtenidos de los valores de pH en el sistema experimental de neutralización instalado.

1.10.2 INSTRUMENTOS

- a) Ensayo de resistencia a la compresión por medio de briquetas de concreto NTP 339 - 034 y ASTM C – 39 AASHTO T-22.
- b) Ficha de Observación. Instrumento que permite el registro de los métodos de curado en campo, así como las observaciones durante los procedimientos realizados.

1.11 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE INVESTIGACIÓN

a) JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es significativo debido a que nos permite tener una percepción amplia acerca de los métodos del curado; ya que los que se han experimentado nos han permitido ratificar nuestra hipótesis de trabajo. El curado significa simplemente mantener el agua en el concreto donde pueda hacer su trabajo al combinarse químicamente con el cemento para que se transforme en un material adherente duro que ayude a desarrollar un concreto resistente y durable. Buen curado significa mantener el concreto húmedo y a 21°C (70°F) hasta que el concreto sea lo suficientemente resistente para hacer su trabajo. La práctica recomendada es un curado mínimo de 7 días para una temperatura ambiente por encima de los 4°C (50°F), o durante el tiempo necesario para obtener el 70% de la resistencia a la compresión o flexión especificado, cualquiera de los dos periodos que sea menor; lo que permitirá mejorar la calidad del concreto en los pavimentos rígido de la Ciudad de Juliaca.

b) IMPORTANCIA

La presente investigación es de carácter muy significativo y debe ser difundido debido a que una mala elaboración de trabajos en pavimento rígido conlleva a pavimentos rígidos inadecuados estructuralmente, por lo tanto la inversión no es retribuida con la función estructural para la que fue diseñada.

La calidad del concreto debe garantizarse con un correcto curado luego del vaciado y fraguado los que indican en los planos estructurales, cumpliéndose que la estructura se comportará adecuadamente ante las sollicitaciones de fuerzas externas (sismos), obteniendo en el tiempo buenos resultados en las edificaciones y que cumplan con el principio de seguridad.

c) LIMITACIONES

Una de las grandes limitantes es que el área de conocimiento de la tecnología del concreto es amplia y de cambios e investigaciones constantes, por lo que los temas a investigar son puntuales en concepto y/o propiedades.

La calidad del concreto debe garantizarse con un correcto curado luego del vaciado y fraguado los que indican en los planos estructurales, cumpliéndose que la estructura se comportará adecuadamente ante las sollicitaciones de fuerzas externas (sismos), obteniendo en el tiempo buenos resultados en las edificaciones y que cumplan con el principio de seguridad.

CAPITULO II

II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Hay que tomar en cuenta el curado como control de calidad como afirma el autor (Ruiz Brito, 2011, p. 131) “Las grietas se producen por la falta de control de calidad durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso.)”

Según el autor (Covarrubias, 1991, p. 1) “los compuestos de membrana de curado tienen comportamiento variable dependiendo de la oportunidad de colocación sobre el hormigón. En este trabajo se estudia este problema de variación de eficacia de los compuestos de membrana de curado al ser colocado sobre el hormigón seco o con agua libre superficial producto de la exudación del hormigón. Existen productos que funcionan bien al ser colocados sobre un hormigón que no ha completado su exudación, pero también existen en el mercado otros que, aunque cumplan con los requisitos de la norma no se comportan satisfactoriamente al ser colocados.”

Como afirma el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2013, p. 833) “El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a 7 días. Sin embargo, el Supervisor podrá modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento.”

Según (Alvarado, 2014, pág. 13) “Deberá realizarse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto comience a perder su brillo superficial, se aplicará una membrana de curado a razón de 1 l/m², su aplicación se realizará con irrigadores mecánicos a presión o por medio de aspersores manuales que garanticen la aplicación de la membrana en todas las caras expuestas de la losa”

Según el autor (Covarrubias, 1991, p. 3) “ Es importante, en el caso de pavimentos y losas de hormigón, el utilizar compuestos de membrana de curado que sean eficaces cuando se aplican sobre una superficie con agua libre. Existen en el mercado excelentes productos para las condiciones de aplicación

existentes en pavimentos. Aunque su costo es mayor, es indispensable usar los productos adecuados, especialmente si existe exigencias de desgaste y se quiere evitar fisuras superficial en pavimentos o losas.”

2.2 BASES TÉORICAS

2.2.1 EL CONCRETO:

HISTORIA:

La historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible. Desde que el ser humano supero las eras de las cavernas , ha plicado a superar y delimitar su espacio vital, satisfaciendo primero sus necesidades de vivienda despues levantando construcciones con requerimientos especificos, que constituyeron las bases para el progreso de la humanidad.

En tiempos remotos, el pueblo egipcio utilizaba ladrillos de barro o adobes secados al sol y colocados en forma regular que se pegaban con una capa de arcilla del rio Nilo, con o sin paja, a fin de crear una pared solida de barro seco. Un mortero (mezcla de arena con materia cementosa) para unir bloques y lozas de piedra al erigir sus asombrosas construcciones.



Ilustración 2. Pirámides de Egipto

En la isla de creta, se mezcló cal con arena para hacer mortero. Los romanos adaptaron y mejoraron esta técnica para lograr construcciones de gran durabilidad (ejemplo el Coliseo y el Partenon en Roma).



Ilustración 3. Construcciones Romanas

Para 1901 Arthur Henry Symons diseñó una abrazadera de columna que se utilizaría como encofrado de concreto que se caracteriza por ser ajustable y mantener las formas cuadradas.

Se comenzó a introducir las innovaciones del concreto armado a la arquitectura y la ingeniería; a partir de este momento, se alcanza un gran desarrollo en las técnicas, métodos constructivos y cálculos; con este crecimiento tecnológico, nacen industrias relacionadas o derivadas del cemento; para controlar mejor uso y para su empleo más eficiente, se crean industrias del concreto premezclado, de la prefabricación, del pre esfuerzo, tubos, bloques, entre otros.

Se fundó la institución británica de estándares en 1904, y se publica la primera especificación del cemento portland por la American Society for Testing (ASTM) que dieron comienzo a las investigaciones sobre las propiedades del cemento, con una base científica y sistemática.

En 1960, se patenta el cemento Sulfoaluminoso (Klein) e inaugurándose la casa de ópera en Sídney en 1973, aparecen los desbloqueadores líquidos, compuestos para curar, selladores de acrílico y

endurecedores, gracias a la línea química de productos de concreto de Symons.

Para 1985 cenizas volantes son introducidas como aditivo puzolanico y el sistema de formación de concreto se introduce en 1987.



Ilustración 4. Casa de Opera

La aparición del cemento ha sido un factor determinante para que el mundo adquiriera fisionomía diferente. Edificios, calles, avenidas, carreteras, presas, canales, fabricas, talleres y casas, dentro del más alto rango de tamaño y variedades, nos dan un mundo nuevo de comodidad, de protección y belleza donde realizar nuestro más ansiados anhelos, un nuevo mundo para trabajar, para crecer, para progresar, para vivir.

GENERALIDADES:

El concreto es el material constituido por la mezcla de ciertas proporciones de cemento agua y agregados opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere un consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes lo que lo hace un material ideal para la construcción.

Como cualquier material. Se contrae al bajar la temperatura, se dilata si esta aumentas, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas

leyes; y la no obtención de los resultado esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúa en el material.

DEFINICIÓN DEL CONCRETO:

El concreto es básicamente una mezcla de los componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

COMPONENTES DEL CONCRETO:

Los componentes esenciales del concreto son los siguientes:

**TABLA N° 01
COMPONENTES DEL CONCRETO**

| |
|------------------------------|
| AIRE = 1% - 3% |
| CEMENTO = 7% - 15% |
| AGUA = 15% - 22% |
| AGREGADOS = 60% - 75% |

FUENTE: Tecnología del Concreto

A. CEMENTO:

DEFINICIÓN

Según la Norma Técnica Peruana, el cemento Portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, Es decir:

Cemento Portland = Clinker Portland + Yeso

El Clinker Portland es un producto semi acabado de forma de piedras negruzcas de tamaños de $\frac{3}{4}$ " aproximadamente, obtenido de la calcinación de una mezcla de materiales calcáreos y arcillosos en proporciones convenientes, hasta llegar a una fusión incipiente (Clinkerización) a 1450 °C. Está compuesto químicamente por Silicatos de calcio, aluminatos de calcio, ferro aluminatos de calcio y otros en pequeñas cantidades, los cuales se forman por la combinación del Óxido de Calcio (CaO) con los otros óxidos: dióxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido férrico (Fe_2O_3). El Clinker Portland se enfría rápidamente y se almacena en canchas al aire libre, el cemento Portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

FABRICACIÓN DEL CEMENTO

Los dos materiales principales con los que se fabrica el cemento portland son: un material calcáreo, tal como piedra caliza, greda o marga, y un material arcilloso (en el cual la sílice es el constituyente importante) tales como arcilla, pizarra o escoria de altos hornos. Algunas veces los materiales calcáreos y arcillosos se encuentran combinados en depósitos naturales. Debe mantenerse la dosificación de las materias primas en proporciones muy precisas.

Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (alrededor de 1500°C), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200m de longitud y 5.50m de diámetro. Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina "Clinker". El Clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento Portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 ó 4 por ciento) para controlar las propiedades de fraguado.

MATERIAS PRIMAS DEL CEMENTO PORTLAND

Las principales materias primas necesarias para la fabricación del cemento Portland son:

- a) **Materiales calcáreos:** Deben tener un adecuado contenido de carbonato de calcio (Co_3Ca) que será entre 60% a 80%, y no deberá tener más de

1.5% de magnesia. Aquí tenemos a las margas, cretas y calizas en general estos materiales suministran el óxido de calcio o cal.

- b) **Materiales arcillosos:** Deben contener sílice en cantidad entre 60% y 70%. Estos materiales proveen el dióxido de silicio o sílice y también el óxido de aluminio, aquí tenemos a las pizarras, esquistos y arcillas en general
- c) **Minerales de hierro:** Suministran el óxido férrico en pequeñas cantidades. En algunos casos éstos vienen con la arcilla.
- d) **Yeso:** Aporta el sulfato de calcio.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

a) Componentes Químicos

Según el autor (Abanto Castillo, 1991, p.16) como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con una fórmula química. No obstante los componentes constituyen más del 90% del peso del cemento y son.

TABLA N° 02
COMPUESTOS QUÍMICOS DEL CEMENTO

| DESIGNACION | FORMULA | ABREVIATURA | PORCENTAJE |
|------------------------------|---|-------------|------------|
| Silicato tricálcico | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | C3S | 30% a 50% |
| Silicato dicálcico | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | C2S | 15% a 30% |
| Aluminato tricálcico | $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ | C3A | 4% a 12% |
| Ferro aluminato tetracálcico | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | C4AF | 8% a 13% |
| Cal libre | CaO | | |
| Magnesia libre (Periclasa) | MgO | | |

FUENTE: Manual de la Tecnología del Concreto

Cada uno de los compuestos principales del cemento portland contribuye en el comportamiento del cemento, cuando pasa por el estado plástico al endurecido después de la hidratación.

PROPIEDADES DEL CEMENTO

a) Finura o Fineza

Referida al grado de molienda del polvo, se expresa por la superficie específica.

Importancia: A mayor finura, crece la resistencia, pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen.

b) Peso Específico

Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm³. En el laboratorio se determina por medio de:

Ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005)

Método de Ensayo para Determinar la Densidad del Cemento Portland (Peso Específico)

Importancia: Usado en diseño de mezclas

c) Tiempo de Fraguado

Es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento hay dos etapas de fraguado a) fraguado inicial cuando empieza a perder plasticidad; b) fraguado final, cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque rígido; el endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia. En el laboratorio existen 2 métodos para calcularlo.

- Agujas de Vicat : NTP 334.006 (97)
Método de Ensayo para la Determinación del Tiempo de Fraguado del Mortero de Cemento Portland con Aguja Vicat Modificada
- Agujas de Gillmore : NTP 334.056(97)
Método de ensayo para determinar los tiempos de fraguado de pasta de cemento portland por medio de las agujas de Gillmore.

Importancia: Fija la puesta correcta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.

d) Estabilidad de Volumen

Representa la verificación de los cambios volumétricos por presencia de agentes expansivos, se expresa en %. En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo en Autoclave: NTP 334.004 (99)

e) Resistencia a la Compresión

Mide la capacidad mecánica del cemento. Es una de las más importantes propiedades, se expresa en Kg/cm². En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo de compresión en probetas cúbicas de 5 cm (con mortero cemento-arena normalizada): NTP 334. 051 (98)

Se prueba a diferentes edades: 3, 7, 14,21 y 28 días respectivamente.

Importancia: Propiedad que decide la calidad de los cementos

f) Contenido de aire

Mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla (mortero), se expresa en % del volumen total En el laboratorio se determina mediante:

- Pesos y volúmenes absolutos de mortero C-A en molde cilíndrico estándar: NTP 334.048 (97)

Importancia: Concretos con aire atrapado disminuye la resistencia (5% por cada 1 %)

g) Calor de Hidratación

Durante el proceso de endurecimiento se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas y el calor puede liberarse, el calor de hidratación no es importante, pero al vaciar grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no puede liberarse fácilmente, resulta un factor a tener en muy en cuenta; la temperatura que genera la hidratación llega a 50°C en presas, como la temperatura ambiente es menor se producen descensos bruscos de esta, ocasionando contracciones y en consecuencia rajaduras. En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo del Calorímetro de Langavant o el de la Botella Aislante. Se emplea morteros estándar: NTP 334.064

TIPOS DE CEMENTO

a) Cementos Portland sin adición

Constituidos por Clinker Portland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso). Aquí tenemos según las Normas Técnicas:

- **Tipo I:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.
- **Tipo II:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación
- **Tipo III:** Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.
- **Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación
- **Tipo V:** Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de alcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

b) Cementos Pórtland Adicionados

Contienen además de Clinker Pórtland y Yeso, 2 o más constituyentes inorgánicos que contribuyen a mejorar las propiedades del cemento. (Ej.: puzolanas, escorias granuladas de altos hornos, componentes calizos, sulfato de calcio, incorporadores de aire).

TABLA N° 03

FABRICAS DE CEMENTO EN EL PERÚ

| NOMBRE | UBICACIÓN |
|--------------------------|-------------------------------|
| Cementos Lima S. A. | Atocongó – (Lima) |
| Cementos Pacasmayo S. A. | Pacasmayo - La Libertad |
| Cemento Andino S. A. | Condorcocha - Tarma (Junín) |
| Yura S.A. | Yura – Arequipa |
| Cemento Sur S. A. | Caracoto - Juliaca (Puno) |
| Cemento Rioja | Pucallpa – Ucayali |

FUENTE: Tópicos del Concreto

Nota: El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. Las bolsas son de papel tipo Klupac, entre 2 a 4 según el caso.

TABLA N° 04

FÁBRICAS DE CEMENTO Y SU CAPACIDAD EN EL PERÚ

| EMPRESA | CAP. INST. | MERCADO |
|-------------------------|-------------------|---|
| Cementos Lima S. A. | 4'300,000 | Lima, Callao, Ica y Ancash |
| Cementos Pacasmayo S. A | 2'300,000 | La Libertad, Amazonas y Cajamarca, Lambayeque, Piura, Tumbes y Ancash |
| Cemento Andino S. A. | 1'060,U00 | Lima, Callao, Junín y Huancavelica Paseo, Loreto, Ucayali, San Martín y Ayacucho |
| Yura S.A. | 600,000 | Arequipa, Moquegua, Tacna y Apurímac |
| Cemento Sur S. A. | 155,000 | Puno, Cusco, Apurímac, Madre de Dios. Moquegua y Tacna |

FUENTE: Tópicos del Concreto

B. AGREGADOS:

ORIGEN DE LOS AGREGADOS

La definición del origen y la composición de las rocas es un asunto útil y necesario, porque permite inferir ciertos aspectos relacionados con el comportamiento de las mismas al ser utilizadas como agregados en el

concreto.

Por su génesis geológica, las rocas se dividen en ígneas, sedimentarias y metamórficas, las que a su vez se subdividen y clasifican en diversos tipos de acuerdo con sus características textuales y mineralógicas.

Las rocas ígneas, proceden de la solidificación por enfriamiento de la materia fundida (magma), las rocas sedimentarias, como su nombre lo indica, son el resultado del proceso de transporte, depósito y eventual litificación, sobre la corteza terrestre, de los productos de intemperismo y erosión. Las rocas metamórficas se forman como consecuencia de procesos que involucran altas presiones y temperaturas y de fuerzas que se generan en la corteza terrestre.

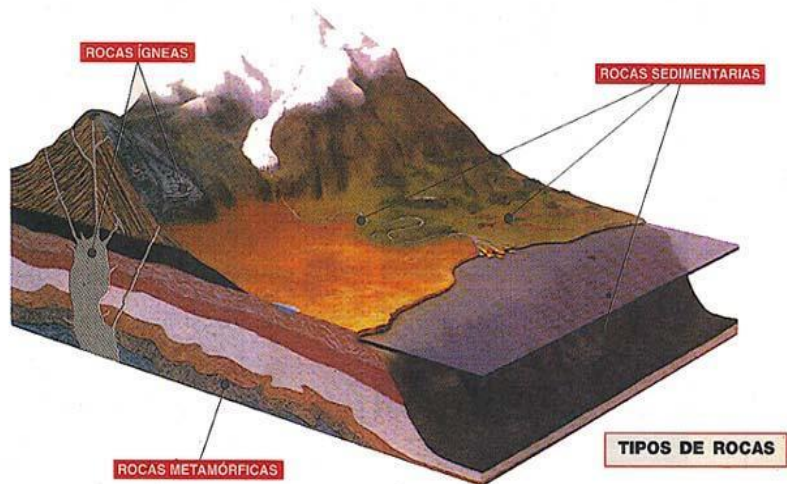


Ilustración 5. Origen de los tipos de roca (agregados)

El agregado se refiere a cualquier de los diferentes materiales minerales inertes, como la grava y la arena, que se añaden a la pasta de cemento para hacer el concreto. Debido a que el agregado representa del 60 al 89% del volumen del concreto, sus propiedades son importantes para la resistencia, el peso y resistencia al fuego del concreto endurecido.

El agregado debe ser duro, dimensionalmente estable, libre de arcilla, limo y materia orgánica que puede evitar la aglomeración de las partículas por la matriz de cemento.

DEFINICIÓN

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc) y el agua formando los concretos y morteros.

La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto.

Por lo anterior es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta del cemento.

Los agregados deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m³) deberán cumplir con los requisitos de la NTP 400.037 o de la Norma ASTM C 33, así como los de las especificaciones del proyecto.
- b) Los agregados finos y gruesos deberán ser manejados como materiales independientes. Si se emplea con autorización del Proyectista, el agregado integral denominado "hormigón" deberá cumplir como lo indica la Norma E.060.
- c) Los agregados seleccionados deberán ser procesados, transportados manipulados, almacenados y dosificados de manera tal de garantizar:
 - Que la pérdida de finos sea mínima;
 - Se mantendrá la uniformidad del agregado;
 - No se producirá contaminación con sustancias extrañas;
 - No se producirá rotura o segregación importante en ellos.
- d) Los agregados expuestos a la acción de los rayos solares deberán, si es necesario, enfriarse antes de su utilización en la mezcladora.

Si el enfriamiento se efectúa por aspersión de agua o riego, se deberá considerar la cantidad de humedad añadida al agregado a fin de corregir el contenido de agua de la mezcla y mantener la relación agua - cemento de diseño seleccionada.

Dependiendo de sus dimensiones la Norma Técnica Peruana, clasifica y denomina a los agregados en:

AGREGADO FINO

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finalmente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5 mm (3/8) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.
- b) El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas.
- c) El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.037. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente:
- d) La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 de la serie de Tyler.
- e) El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.
- f) En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites: NTP 400.037

TABLA N° 05
PORCENTAJES PERMISIBLES DEL AGREGADO FINO

| MALLA | | PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULADO) | | |
|-------|--------|---------------------------------|---|-----|
| 3/8 | 9.5mm | a | | 100 |
| N°4 | 4.75mm | 95 | a | 100 |
| N°8 | 2.36mm | 80 | a | 100 |
| N°16 | 9.5mm | 50 | a | 85 |
| N°30 | 600µm | 25 | a | 60 |
| N°50 | 300µm | 10 | a | 30 |
| N°100 | 150µm | 2 | a | 10 |

FUENTE: "Tecnología del concreto"

El porcentaje indicado para las mallas N°50 y N°100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente, si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado que contenga más de 225 kg de cemento por metro cúbico, o si se emplea un aditivo mineral para compensar la deficiencia en los porcentajes mencionados.

- a) El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de ± 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto; siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.35 y 3.15. Si excede el límite indicado de ± 0.2 , el agregado podrá ser rechazado por la Inspección, o alternativamente ésta podrá autorizar ajustes en las proporciones de la mezcla para compensar las variaciones en la granulometría.
- b) El agregado fino no deberá indicar presencia de materia orgánica cuando ella es determinada de acuerdo a los requisitos de la NTP 400.013.



Ilustración 6. Agregado fino.



Ilustración 7. Tamices para agregado fino.

Podrá emplearse agregado fino que no cumple con los requisitos de la norma indicados siempre que:

- a) La coloración en el ensayo se deba a la presencia de pequeñas partículas de carbón, lignito u otras partículas similares; o
- b) Realizado el ensayo, la resistencia a los siete días de morteros preparados con dicho agregado no sea menor del 95% de la resistencia de morteros similares preparados con otra porción de la misma muestra

de agregado fino previamente lavada con una solución al 3% de hidróxido de sodio.

AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm. (Nº 4) y cumple los límites establecidos en la NTP 400.037.

Comúnmente llamados canto rodados, es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra, proveniente de la disgregación natural de las rocas, por acción hielo y otros agentes atmosféricos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.

PIEDRA PARTIDA O CHANCADA

Se denomina así al agregado obtenido por trituración artificial de roca o grava. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia dura y resistente, las gravas pesan de 1600 a 1700 kg/m³.

Su función principal es la de dar volumen y aportar su propia resistencia. Los ensayos indican que la piedra partida o partida de concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redondeada. El peso de la piedra chancada se estima en 1450 a 1500kg/m³

TAMAÑO MÁXIMO

El tamaño máximo de los agregados gruesos en el concreto armado se fija por la exigencia de la que puede entra fácilmente en los encofrados y entre las barras de la armadura.

En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- Un quinto, de la menor dimensión, entre caras del encofrado
- Un tercio de la altura de las lozas
- Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquete de barras, cable o ductos de perforación.

Estas limitaciones están dirigidas a que las barras de refuerzo queden convenientemente recubiertas y no se presenten cavidades llamadas "cangrejas" sin embargo, pueden omitirse por excepción, si el ingeniero responsable comprueba que los métodos de puesta en obra y la trabajabilidad del concreto lo permiten.

Se considera que cuando se incrementan el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 1 ½". En tamaños mayores.

El agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- b) Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- c) Es recomendable tener en consideración lo siguiente: Según NTP400.037 o la Norma ASTM C33
 - La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
 - La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".

El agregado grueso debería estar graduado dentro de los límites especificados en la NTP 400.037, tal como sigue:

GRANULOMETRIA

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos de la norma ASTM C 33 los cuales están indicados en la siguiente tabla.

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO

TABLA Nº 06
REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO

| A.S. T.M | NOMI NAL | % que pasa por los tamices normalizados | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------|---|----------------|----------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|--|
| | | 100 mm | 90 mm | 75 mm | 63 mm | 50 mm | 37,5 mm | 25 mm | 19 mm | 12,5 mm | 9,5 mm | 4,75 mm | 2,36 mm | 1,18 mm | |
| | | 4" | 3.5" | 3" | 2.5" | 2" | 1.5" | 1" | ¾" | ½" | 3/8" | Nº4 | Nº8 | Nº16 | |
| 1 | 3 1/2" a 1 1/2" | 100 | 90 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | | |
| 2 | 2 1/2" a 1 1/2" | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | | |
| 3 | 2" a 1" | | | | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | | |
| 357 | 2" a Nº4 | | | | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | | 0 a 5 | | | | |
| 4 | 1 1/2" a ¾" | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | |
| 467 | 1 1/2" a Nº4 | | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 10 a 30 | 0 a 5 | | | |
| 5 | 1" a ½" | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | | | |
| 56 | 1" a 3/8" | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 57 | 1" a Nº4 | | | | | | 100 | 95 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 6 | ¾" a 3/8" | | | | | | | 100 | 90 a 10 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 67 | ¾" a Nº4 | | | | | | | 100 | 90 a 100 | | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 7 | ½" a Nº4 | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | | |
| 9 | 3/8" a Nº8 | | | | | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 | |

FUENTE: Manual de Tecnología de Concreto

d) Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño nominal máximo del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible.

En elementos de espesor reducido, o ante la presencia de gran cantidad de armadura; se podrá con autorización de la Inspección reducir el tamaño nominal máximo del agregado grueso, siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad y se cumpla con el asentamiento requerido, y se obtenga las propiedades especificadas para el concreto.

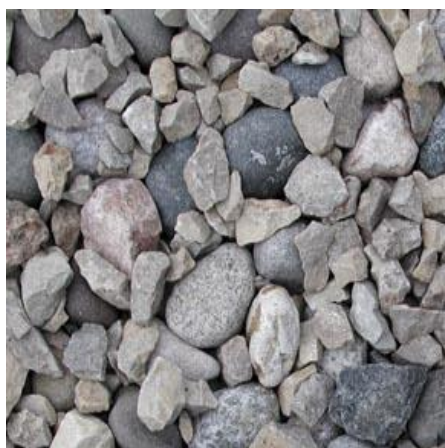


Ilustración 8. Agregado grueso.



Ilustración 9. Tamices para agregado grueso

El agregado grueso empleado en concreto para pavimentos, en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no deberá tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a la NTP 400.019 o NTP 400.020, o a la Norma ASTM C 131.

El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua preferentemente potable. De no ser así, el agua empleada deberá estar libre de sales, materia orgánica, o sólidos en suspensión.

ARENA

La NTP 400.011 define a la arena como el agregado fino proveniente de la desintegración natural de las rocas.

También se define la arena como el conjunto de partículas o granos de rocas, reducidas por fenómenos mecánicos, naturales acumulados por los ríos y corrientes acuíferas en estratos aluviales y médanos o que se forman

en in-situ por descomposición; o el conjunto de piedras producidas por acción mecánica artificial, las primeras son las arenas naturales; y las segundas, las arenas artificiales.

Se clasifican según la “Comisión de Normalización” de la Sociedad de Ingenieros del Perú como sigue:

- Arena Fina 0.05 a 0.50 mm.
- Arena Media 0.50 a 2.00 mm.
- Arena gruesa 2.00 a 5.00 mm.

HORMIGON

La NTP 400.011 define al hormigón como al material compuesto de grava y arena empleado en forma natural de extracción.

En lo que sea aplicable, se seguirá para el hormigón las recomendaciones correspondientes a los agregados fino y grueso.

El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica, u otras sustancias dañinas para el concreto. Su granulometría deberá estar comprendida entre la malla de 2” como máximo y la malla N°100 como mínimo.

El hormigón deberá ser manejado, transportado y almacenado de manera tal de garantizar la ausencia de contaminación con materiales que podrían reaccionar con el concreto.

MODULO DE FINEZA

El denominado módulo de fineza, representa un tamaño promedio ponderado de la muestra de arena, pero no representa la distribución de las partículas.

Es un factor empírico obtenido por la suma dividida por cien de los porcentajes retenidos acumulados de los siguientes tamices NTP: 149 um (N° 100), 297 um (N° 50), 595um (N° 30), 1.19mm (N° 16), 2.38 mm (N°

8), 4.76 mm (Nº4), 9.51 mm (3/8”), 19.00mm (3/4”), 38.1mm (1 1/2”), 76.2 mm (3”) y mayores incrementando en la relación de 2 a 1.

Nota.- Para el cálculo del módulo de fineza del agregado fino, se tomará sólo hasta el tamiz 9.51 mm(3/8”), según la NTP 400.011.

MATERIAL QUE PASA Y MATERIAL RETENIDO

La NTP 400.011 considera que un agregado “pasa” por un tamiz, siempre que éste no retenga más de un 5% en peso del material tamizado. Se dice que un agregado es “retenido” por un tamiz cuando éste no deja pasar más de un 5% en peso del material tamizado.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021 - NTP 400.022)

PESO ESPECÍFICO

El peso específico de los agregados es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que para bajos valores generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022)

La presente norma establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

Las definiciones que se sugieren en la presente norma son:

PESO ESPECÍFICO APARENTE

Es la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas, si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable.

PESO ESPECÍFICO DE MASA

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material); a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

Es lo mismo que el peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)

Es la relación a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022)

La presente norma, establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de absorción (después de 24 horas en el agua).

Podemos definir la absorción, como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco. La absorción del agregado grueso se determina por la NTP 400.021.

CONTENIDO DE HUMEDAD (Ntp 400.010)

La presente norma, establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.

Los agregados se presentan en los siguientes estados: seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedos; en los cálculos para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

Los estados de saturación del agregado son como sigue:

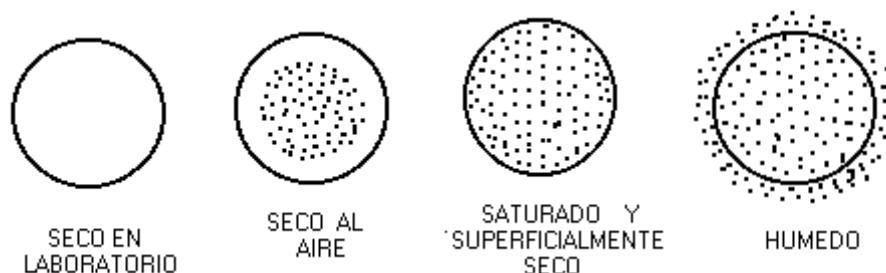


Ilustración 10. Humedad superficial de los agregados.

FUENTE: Tecnología del Concreto.

PESO VOLUMÉTRICO UNITARIO (NTP 400.017)

La norma establece el método para determinar el peso unitario de agregados finos y gruesos.

Se denomina peso volumétrico del agregado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y para convertir cantidades en volumen y viceversa, cuando el agregado se maneja en volumen.

FORMA Y TEXTURA SUPERFICIAL

La forma y textura de las partículas de agregados influyen grandemente en los resultados a obtenerse en las propiedades del concreto. Existiendo un efecto de anclaje mecánico que resulta más o menos favorable en relación con el tamaño, la forma, la textura superficial y el acomodo entre ellas, también se producen fenómenos de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, condicionados por estos factores; que contribuyen en el comportamiento de resistencia y durabilidad del concreto.

FORMA

Por naturaleza los agregados tienen una forma irregularmente geométrica, compuesta por combinaciones aleatorias de caras redondeadas y angularidades.

Bryan Mather establece que la forma de las partículas está controlada por la redondez o angularidad y la esfericidad, dos parámetros relativamente independientes.

En términos meramente descriptivos, la forma de los agregados se define en:

- Angular : Poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- Subangular : Evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
- Subredondeada : Bordes casi eliminados.
- Muy redondeadas: Sin caras ni bordes.

La esfericidad resultante de agregados procesados, depende mucho del tipo de chancado y la manera como se opera.

La redondez está más en función de la dureza y resistencia al desgaste de la abrasión.

Los agregados con forma equidimensional producen un mejor acomodo entre partículas dentro del concreto, que los que tienen forma plana o alargada y requieren menos agua, pasta de cemento, o mortero para un determinado grado de trabajabilidad del concreto.

TEXTURA

Representa qué tan lisa o rugosa es la superficie del agregado. Es una característica ligada a la absorción, pues los agregados muy rugosos tienen mayor absorción que los lisos; además que producen concretos menos plásticos pues se incrementan la fricción entre partículas dificultando el desplazamiento de la masa.

C. AGUA:

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA DE MEZCLADO.

El agua es un elemento fundamental en la preparación del cemento, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto.

Las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad.

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables.

Debe recordarse, no todas las aguas inadecuadas para beber son inconvenientes para preparar concreto. En general, dentro de las limitaciones, el agua de mezclado deberá estar libre de sustancias colorantes, aceites y azúcares.

REQUISITOS DE CALIDAD

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

TABLA N° 07
LÍMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO SEGÚN LA
NORMA NTP 339.088

| DESCRIPCIÓN | | LÍMITE PERMISIBLE | |
|-----------------------------------|-------|-------------------|--------|
| Sólidos en suspensión | 5,000 | ppm | Máximo |
| (residuo Disoluble) | 3 | ppm | Máximo |
| Materia Orgánica | | | |
| Alcalinidad (NaHCO ₃) | 1,000 | ppm | Máximo |
| Sulfatos (ión SO ₄) | 600 | ppm | Máximo |
| Cloruros (ión Cl ⁻) | 1,000 | ppm | Máximo |
| pH | 5 a 8 | | Máximo |

FUENTE: Manual de Tecnología del Concreto

El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.

Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de Laboratorio, deberá ser aprobada por la Supervisión.

UTILIZACIÓN DE AGUAS NO POTABLES

Cuando el agua a ser utilizada no cumpla con uno o varios de los requisitos indicados en la tabla anterior, se deberá realizar ensayos comparativos empleando el agua en estudio y agua destilada o potable, manteniendo similitud de materiales y procedimientos. Dichos ensayos se realizarán, de preferencia, con el mismo cemento que será usado. Dichos ensayos incluirán la determinación del tiempo de fraguado de las pastas y la resistencia a la compresión de morteros a edades de 7 y 28 días.

Los morteros preparados con el agua en estudio y ensayados de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C 109 deben dar a los 28 días, resistencias a la compresión no menor del 90% de la de muestras similares preparadas con agua potable. Es recomendable continuar los estudios a edades posteriores para certificar que no se presentan reducciones de la resistencia.

Cuando la concentración de sales, especialmente cloruros exceda los límites indicados en estas recomendaciones, se efectuarán ensayos de resistencia a la compresión a edades de 180 y 365 días.

No se permitirá en concretos pre-esforzados el empleo de aguas que superen los límites de sales especificados.

Podrá utilizarse, previa autorización de la Supervisión, aguas no potables si, además de cumplir los requisitos anteriores se tiene que:

- ✓ Las impurezas presentes en el agua no alteran el tiempo de fraguado, la resistencia, durabilidad, o estabilidad de volumen del concreto; ni causan eflorescencias, ni procesos corrosivos en el acero de refuerzo.
- ✓ El agua es limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica, o sustancias que pueden ser dañinas al concreto, acero de refuerzo, acabados o elementos embebidos.
- ✓ La selección de las proporciones de la mezcla se basará en los resultados de ensayos de resistencia en compresión de concretos en cuya preparación se ha utilizado agua de la fuente elegida.

LIMITACIONES

Las sales u otras sustancias dañinas que puedan estar presentes en los agregados y/o aditivos, deberán sumarse a la cantidad que pudiera aportar el agua d: mezclado a fin de evaluar el total de sustancias inconvenientes que pueden ser dañinas al concreto, el acero de refuerzo, o los elementos metálicos embebidos.

El agua empleada en la preparación del concreto para elementos pre esforzados, o en concretos que tengan embebidos elementos de aluminio o de fierro galvanizado, incluyendo la porción del agua de la mezcla con la que contribuyen la humedad libre del agregado o las soluciones de aditivos, no deberá contener cantidades de ión cloruro mayores del 0.6% en peso del cemento

OBSERVACIONES

- ✓ Casi todas las aguas naturales que son bebibles (potables) y que no tienen olor o sabor pronunciados, son satisfactorias para ser empleadas como aguas de mezclado en la preparación del concreto. Las impurezas, cuando son excesivas pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto, y la estabilidad de

volumen (cambios de longitud, sino que también pueden causar eflorescencias o corrosión del refuerzo. Cuando ello sea posible, las aguas con altas concentraciones de sólidos disueltos deberán ser evitadas.

- ✓ Las sales u otras sustancias peligrosas, con las que contribuyen los agregados o aditivos. deben ser añadidas al volumen que puede ser contenido en el agua de mezclado. Estos volúmenes adicionales deben ser considerados en la evaluación de la aceptación de las impurezas totales que pueden ser peligrosas para el concreto o acero.

MUESTREO

El muestreo del agua de mezclado se efectuará de acuerdo en lo indicado en la Norma NTP 339,0 70 o ASTM D 75. Se tendrá en consideración que:

- ✓ La Supervisión determinará la frecuencia de la toma de muestras.
- ✓ Las muestras remitidas al Laboratorio serán representativas del agua tal como será empleada. Una sola muestra de agua puede NO ser representativa si existen variaciones de composición en función del tiempo como consecuencia de las variaciones climáticas u otros motivos.
- ✓ Si se duda de la representatividad de la muestra, se deberán tomar muestras periódicas a distintas edades y días o, a la misma hora en distintos lugares, igualmente cuando se presume que haya variado la composición del agua.
- ✓ Cada muestra tendrá un volumen mínimo de 5 litros, se envasarán en recipientes de plástico o vidrio incoloro, perfectamente limpios cerrados herméticamente.

Para el ensayo del agua se tendrán en consideración las siguientes Normas:

NTP 339.070: Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento pórtland.

NTP 339.071: Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas.

NTP 339.072: Método de ensayo para determinar por oxidabilidad el contenido de materia orgánica de las aguas.

NTP 339.073: Método de ensayo para determinar el pH de las aguas.

NTP 339.074: Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.

NTP 339.075: Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.

NTP 339.076: Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros de las aguas.

PROPIEDADES DEL CONCRETO

a) CONCRETO FRESCO

• TRABAJABILIDAD

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y colocado sin segregación y exudado durante estas operaciones.

No existen pruebas algunas hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia,

El concreto debe ser trabajable pero no se debe segregar excesivamente. El sangrado es la migración del agua hacia la superficie superior del concreto recién mezclado provocada por el asentamiento de los materiales como arena y piedra dentro de la masa. El asentamiento es consecuencia del efecto combinado de la vibración y de la gravedad.

• RESISTENCIA

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) a una edad de 28 días se le designa con el símbolo $f'c$.

La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de puente, de edificios y otras estructuras. El concreto de uso en esta investigación tiene una resistencia a la compresión de 300 kg/cm².

La resistencia a la flexión del concreto se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y otras losas sobre el terreno. La resistencia a la compresión se puede utilizar como índice de la resistencia a la flexión.

El valor de la resistencia a la tensión del concreto es aproximadamente de 8% a 12% de su resistencia a compresión y a menudo se estima como 1.33 a 1.99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión.

La resistencia al cortante del concreto puede variar desde el 35% al 80% de la resistencia a compresión. La correlación existe entre la resistencia a la compresión y resistencia a flexión, tensión, torsión, y cortante, de acuerdo a los componentes del concreto y al medio ambiente en que se encuentre.

El módulo de elasticidad, denotando por medio del símbolo E, se puede definir como la relación del esfuerzo normal la deformación correspondiente para esfuerzos de tensión o de compresión por debajo del límite de proporcionalidad de un material. Para concretos de peso normal, E fluctúa entre 140,600 y 422,000 kg/cm².

- **SEGREGACIÓN**

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del Agregado Grueso del Mortero.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, el cual debilita la estructura.

En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o Agregado fino) de la consistencia de la mezcla.

Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. La segregación ocurre cuando parte del concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, por ejemplo, el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado grueso se precipite al fondo mientras que la lechada asciende a la superficie.

Cuando se suelta el concreto de alturas mayores de 1/2 metro el efecto es similar.

El excesivo vibrado (meter y sacar) de la mezcla produce segregación.

- **EXUDACIÓN (Estado Plástico)**

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos, y de la temperatura, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.

La exudación es perjudicial para el concreto, pues como consecuencia de este fenómeno la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua cemento en esta zona.

b) CONCRETO ENDURECIDO

- **CONSISTENCIA**

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada, es una propiedad relacionada con la fluidez y movilidad del concreto en estado fresco.

La prueba de revenimiento es el método más utilizado para medir esta propiedad del concreto.

- **DURABILIDAD**

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte

de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación.

- **RESISTENCIA**

La resistencia del concreto a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de puente, de edificios y otras estructuras. El concreto de uso generalizado tiene una resistencia a la compresión entre 210 y 350 kg/cm².

2.2.2 ADITIVO:

A. DEFINICIÓN:

Un aditivo es definido, tanto por el Comité 116R del ACI como por la Norma ASTM C 125, como “un material que no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”.

Los aditivos son materiales utilizados como componentes del concreto o el mortero, los cuales se añaden a éstos durante el mezclado a fin de:

- Interactuando con el sistema hidratante-cementante
- Modifican una o más de las propiedades del concreto o mortero fresco, fraguando, endureciéndose y endurecido.
- No se consideran como aditivos los suplementos del cemento como escorias, puzolanas naturales o humo de sílice, ni las fibras empleadas como refuerzo, los cuales pueden ser constituyentes del cemento, mortero o concreto.
- los aditivos, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, son importantes y su uso se extiende cada vez más, por la aportación que hacen a la economía de la mezcla; por la necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor.

Las razones principales para el uso de aditivos son:

- ✓ Reducción del costo de la construcción de concreto
- ✓ Obtención de ciertas propiedades en el concreto de manera más efectiva que por otros medios
- ✓ Asegurar la calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado
- ✓ Superación de ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado

A pesar de estas consideraciones, se debe observar que ningún aditivo de cualquier tipo o en cualquier cantidad se le puede considerar como un sustituto de las buenas prácticas de construcción.

La eficiencia de un aditivo depende de factores tales como: tipo, marca y cantidad del material cementante; contenido de agua; forma, granulometría y proporción de los agregados; tiempo de mezclado y temperatura del concreto.

B. LOS ADITIVOS SE PUEDEN CLASIFICAR SEGÚN SUS FUNCIONES:

- Aditivos incorporadores de aire (inclusores de aire)
- Aditivos reductores de agua
- Plastificantes (fluidificantes)
- Aditivos aceleradores (acelerantes)
- Aditivos retardadores (retardantes)
- Aditivos de control de la hidratación
- Inhibidores de corrosión
- Reductores de contracción
- Inhibidores de reacción álcali-agregado
- Aditivos colorantes
- Aditivos diversos, tales como:
 - ✓ para mejorar la trabajabilidad
 - ✓ para mejorar la adherencia
 - ✓ a prueba de humedad
 - ✓ impermeabilizantes
 - ✓ para lechadas
 - ✓ formadores de gas

- ✓ anti-deslave
- ✓ auxiliares de bombeo
- ✓ expansor
- ✓ germicida

CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS: Norma: ASTM 494

- Tipo A Reductor de agua
- Tipo B Retardante
- Tipo C Acelerante de fraguado inicial
- Tipo C2 Acelerante de resistencia
- Tipo D Reductor de agua y retardante
- Tipo E Reductor de agua y acelerante
- Tipo F Reductor de agua de alto rango
- Tipo G Reductor de agua de alto rango y retardante
- Tipo F2 Superplastificante
- Tipo G2 Superplastificante y retardante
- Tipo AA Inclusor de aire

○ **TIPO A: REDUCTOR DE AGUA**

Funciona por efecto de la dispersión de las partículas de cemento, se traduce en mayores resistencias con la misma cantidad de cemento o importantes ahorros de cemento para las mismas resistencias.

Características y beneficios

En estado plástico:

- ✓ Reduce el contenido de agua de mezcla por lo menos en 5 %.
- ✓ Mejora la trabajabilidad.
- ✓ Mejora la cohesión.
- ✓ Reduce la tendencia a la segregación y al sangrado.

En estado endurecido:

- ✓ Aumenta la resistencia a la compresión axial y a la flexión.
- ✓ Mejora la adherencia al acero de refuerzo.
- ✓ Reduce la tendencia al agrietamiento.

- **TIPO B: RETARDANTE DE FRAGUADO**

- ✓ Actúa en el concreto como agente de fraguado extendido de forma controlada. Se dosifica para lograr un fraguado extendido, de hasta 30 horas.

- **TIPO C: ACELERANTE DE FRAGUADO**

- ✓ El aditivo actúa mediante una reacción química con el cemento, acelerando el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión axial a temprana edad. Estos aditivos son compatibles con agentes inclusores de aire, ciertos aditivos superplastificantes y ciertos aditivos reductores de agua convencionales.
- ✓ Principales aplicaciones
- ✓ Colocación de concreto en climas fríos.
- ✓ Concreto convencional y estructural.
- ✓ Concretos para fabricación de tubos.
- ✓ Para la fabricación de elementos prefabricados, postensados o pretensados, el aditivo acelerante deberá estar exento de cloruros.
- ✓ Características y beneficios
- ✓ Reduce el tiempo de fraguado inicial una hora aproximadamente
- ✓ Mejora la trabajabilidad y produce un concreto más denso.
- ✓ Minimiza el sangrado y la segregación.
- ✓ Mejora el desarrollo de resistencia a la compresión a edades tempranas.

- **Tipo D: REDUCTOR DE AGUA Y RETARDANTE.**

Acción físico-química con el cemento, favoreciendo la hidratación de las partículas de éste, reduciendo el agua de la mezcla y plastificando la masa del concreto.

El uso del aditivo reductor de agua y retardante, provee al concreto de una plasticidad y fluidez adecuada mejorando las características del concreto tanto en estado plástico como endurecido.

Principales aplicaciones

- ✓ Concreto colocado en climas cálidos.
- ✓ Concreto que se transporta a distancias largas.

- ✓ Concreto que requiere alta trabajabilidad: bombeo y colados en estructuras estrechas.
- ✓ El aditivo se puede utilizar como reductor de agua y retardante y como fluidificante.

Características y aplicaciones

- ✓ Reduce la cantidad de agua de mezcla por lo menos en 5 %.
- ✓ Retarda el tiempo de fraguado inicial por lo menos una hora
- ✓ Aumenta la resistencia a la compresión axial por lo menos en 110% a 28 días.
- ✓ Facilita el bombeo del concreto.
- ✓ Aumenta la durabilidad.

○ **TIPO E: REDUCTOR DE AGUA Y ACELERANTE**

Resulta de la combinación de compuestos acelerantes y reductores de agua. Mejora las propiedades plásticas y de endurecimiento del concreto tales como la trabajabilidad, resistencia a la compresión y a la flexión.

- ✓ Principales aplicaciones
- ✓ Colocación de concreto en clima frío.
- ✓ Concreto estructural.
- ✓ Bloques de concreto.
- ✓ Fabricación de tubos de concreto y muchos elementos prefabricados.

Características y beneficios

- ✓ Reduce el tiempo de fraguado inicial
- ✓ Desarrolla alta resistencia a edad temprana, por lo que permite un tiempo más corto para descimbrar.
- ✓ Aumenta la densidad del concreto.
- ✓ Minimiza la tendencia al sangrado y a la segregación.

○ **TIPO F: REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO**

Se recomienda para concreto pretensado o postensado. Es también muy compatible con agentes inclusores de aire, impermeabilizantes integrales y

muchos otros aditivos. Sin embargo, cada material debe ser agregado al concreto por separado.

- **TIPO G: REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y RETARDANTE**

Para concretos de alta trabajabilidad (bombeo, estructuras estrechas o armado muy denso)

Formulado específicamente para extender el tiempo de trabajabilidad del concreto fluido a temperaturas de hasta 54° C.

- **TIPO AA: INCLUSOR DE AIRE**

Características y beneficios

- ✓ Este sistema de espacios de aire protege al concreto contra el daño que causan los ciclos de congelamiento y descongelamiento.
- ✓ El concreto se vuelve más resistente a las sales deshielantes, al ataque de sulfatos y al agua corrosiva.
- ✓ Reduce la segregación y la contracción del concreto.

C. ADICIONES PARA CONCRETO

- **IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL**

Para reducir la permeabilidad en todo tipo de concreto expuesto al agua, principalmente en cimentaciones, tanques de almacenamiento de agua, sistemas de alcantarillado, canales, losas, etc.

- **POLVO DE MICROSÍLICA DENSIFICADA**

Es una adición que aumenta la resistencia y la durabilidad.

El microsílíce superfino llena los espacios entre las partículas de cemento, creando un concreto muy denso y menos permeable.

Desarrolla alta resistencia temprana y muy alta resistencia final

- ✓ Fibras de polipropileno y acero
Refuerzo secundario

Su principal objetivo es minimizar el agrietamiento por contracción plástica

Monofilamentos que se dispersan en toda la mezcla

✓ Perlita de unicel

Utilizada para producir concretos ligeros

○ **MEMBRANA DE CURADO Y SELLADO**

SIKA ANTISOL

Es una emulsión líquida que cuando es aplicada con un pulverizador sobre concreto fresco desarrolla una película impermeable y sellante de naturaleza micro cristalino. Asegura una protección perfecta al concreto después que el cemento ha reaccionado positivamente.

VENTAJAS

Es aplicado correctamente no mancha las superficies. Hace las superficies muy resistentes y compactas debido a que el residuo cristalino del producto cierra todos los poros superficiales del concreto incorporándose en éste. Además, la película no impide la adherencia de tratamientos posteriores o pinturas. Adicionalmente, se puede caminar (tráfico ligero) sobre las áreas tratadas sólo después de 24 horas.

APLICACIÓN

El consumo de Sika Antisol es de 180-200 g de producto por m² de superficie. Haciendo uso de un equipo pulverizador operado por una sola persona, se puede aplicar alrededor de 1000 m² de superficie en una jornada de 8 horas.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Precauciones de manipulación durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar

inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico. Ecología no arrojar el producto a ríos, canales o al suelo. No arrojar los envases vacíos en el medio ambiente El producto no es tóxico ni inflamable.

2.2.3 CURADO

a) CONSIDERACIONES GENERALES:

La mezcla ya compactada debe ser mantenida tan húmeda como sea posible a fin de garantizar la presencia de agua que pueda combinarse con el cemento y asegure la hidratación del mismo. Las pérdidas de agua que ocurren después del inicio del fraguado se deben principalmente a:

- La evaporación del agua por acción del medio ambiente o por elevación de la temperatura en el concreto debido al proceso de hidratación.
- Diferencias entre la temperatura del concreto y la del medio ambiente.
- El desarrollo del proceso de auto desecación del concreto.

El curado del concreto debe tener como objetivo principal el mantenerlo saturado hasta que los espacios originalmente ocupados por el agua en la pasta fresca se llenen con los productos de hidratación del cemento, reduciendo a un mínimo los poros capilares.

Se entiende por óptimo curado al proceso por el cual se mantienen condiciones controladas en el concreto por un período definido, a fin de asegurar una adecuada hidratación del cemento y un apropiado endurecimiento del concreto. El costo, la facilidad de aplicación y el tiempo son factores a ser considerados en la elección del procedimiento de curado para un caso determinado.

El curado se iniciará tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente como para que su superficie no resulte afectada por el procedimiento empleado.

b) DEFINICIÓN

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. El curado comienza inmediatamente después del vaciado (colado) y el acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

Sin un adecuado suministro de humedad, los materiales cementantes en el concreto, no pueden reaccionar para formar un producto de calidad. El secado puede eliminar el agua necesaria para esta reacción química denominada hidratación y por lo cual el concreto no alcanzará sus propiedades potenciales. La temperatura es un factor importante en un curado apropiado, basándose en la velocidad de hidratación y por lo tanto, el desarrollo de resistencias es mayor a más altas temperaturas. Generalmente, la temperatura del concreto debe ser mantenida por encima de los 50°F (10°C) para un ritmo adecuado de desarrollo de resistencias. Además debe mantenerse una temperatura uniforme a través de la sección del concreto, mientras está ganando resistencia, para evitar las grietas por choque térmico. Para el concreto expuesto, la humedad relativa y las condiciones del viento son también importantes; ellas contribuyen al ritmo de pérdida de humedad en el concreto y pueden dar como resultado agrietamiento, una pobre calidad y durabilidad superficial. Las medidas de protección para el control de la evaporación de humedad de las superficies del concreto antes de que fragüe, son esenciales para evitar la fisuración por retracción plástica.

c) REQUISITOS BÁSICOS DEL CURADO

Los cuatro requisitos que el constructor debe considerar para la ejecución de un curado adecuado son:

- Mantenimiento en el concreto de un contenido de humedad adecuado.
- Mantenimiento de la temperatura del concreto por encima de 13°C y uniformemente distribuidos en el conjunto de la mezcla.

- Protección del elemento estructural contra cualquier tipo de alteración mecánica.
 - Mantenimiento del curado durante el tiempo necesario para obtener la hidratación del cemento y el endurecimiento del concreto en el rango de valores requeridos por la seguridad de la estructura.
- El mantenimiento de un contenido de humedad adecuado en el concreto puede conseguirse:
- a) Tomando el agua necesaria de la pasta no endurecida.
 - b) Manteniendo la superficie del concreto húmeda.
 - c) Controlando o limitando la pérdida de humedad.

Cualquiera que sea el método del curado elegido debe ser capaz de evitar pérdidas de humedad del concreto durante el período elegido.

- Durante el proceso de curado deben evitarse cargas o esfuerzos prematuros en el concreto. Igualmente deben evitarse las ondas de impacto ocasionadas por explosiones o por la caída de objetos pesados sobre los encofrados o la estructura y, en general debe evitarse cualquier tipo de accidente que pueda ocasionar alteración física del concreto o fallas en la formación del sólido que se ha planeado al diseñar la estructura.
- En relación con el tiempo de curado e independientemente de los valores recomendados para casos específicos, se tendrá en consideración lo siguiente:
- a) La hidratación del cemento puede cesar debido a falta de humedad o condiciones desfavorables de temperatura en el concreto, pero ella puede reanudarse si desaparecen dichas condiciones.
 - b) Los concretos preparados con cemento Tipo I, II o V, que han sido curados bajo condiciones atmosféricas normales, deberán mantenerse sobre los 10 grados centígrados, en condición humedad por lo menos siete días después de colocados.
 - c) Si la mínima dimensión lineal de la sección excede de 75 cm; o si el tiempo es caluroso y seco; o si las estructuras o parte de ellas

van a estar en contacto con ambientes, líquidos o suelos agresivos para el concreto, el período de curado se incrementará el 50%.

- d) Los concretos preparados con aditivos acelerantes, o cementos Tipo III, tendrán un período de curado mínimo de tres días.
- e) Las estructuras hidráulicas tendrán un período de curado no menor de 14 días.
- f) Las estructuras en las que se emplean las mezclas que combinan cemento y puzolana, tendrán un período de curado no menor de 21 días.

d) CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CURADO

Existen diferentes métodos de curado, a continuación solo describiremos lo propuesto y desarrollado en la presente tesis los que son:

- ✓ Aplicando el método de curado con agua arpillera.
- ✓ Aplicando el método de curado con agua- anegamiento o inmersión.
- ✓ Aplicando el método de curado con aditivo Sika Antisol.

CURADO CON AGUA Y PROTEGIDA CON ARPILLERA:

En el procedimiento del curado con agua y protegido con arpillera, consistente en el regado con agua, protegiendo previamente el elemento estructural con mantas (arpillera), la que permite mantener húmedo por mayor tiempo y el regado con agua durante el día puede ser hasta en 3 veces al día.

El agua empleada en curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable. Se podrán utilizar aguas no potables sólo si: Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto.

El curado con arpillera debe de ser aplicada después de las 4 horas del vaciado, cubriendo la losa con arpillera, una vez que arpillera ha sido colocado sobre la superficie del concreto éste debe mantenerse continuamente húmedo con agua de rociado para compensar la pérdida de agua a través de la evaporación.

Siempre verificar debajo de la arpillera debes en cuando para asegurar que el concreto este uniformemente húmedo, si se siente seco rocíelo con agua y vuelva ponerlo cuidadosamente la arpillera.

APLICACIÓN

Debe aplicarse con sumo cuidado sin dañar la superficie de concreto debiendo tenerse en consideración lo siguiente:

- El material no deberá arrastrarse sobre la superficie del concreto
- La cobertura húmeda deberá dejarse por los menos 72 horas
- La cobertura deberá ser mantenida húmeda por rociado por agua, no dividiendo el roció hacer ningún daño al concreto.
- La arpillera húmeda deberá mantenerse en contacto con el concreto debiendo emplearse espesores dobles de la misma.
- Deberá sujetarse para evitar que el viento lo retire, y que la superficie del concreto se seque
- La arpillera puede traslaparse o mantener abajo con arena, ladrillos, madera.
- La arpillera debe lavarse y estar libres de cualquier substancia extraña que pueda manchar o dañar el concreto.

CURADO CON ANEGAMIENTO O INMERSIÓN:

Entendiendo que los elementos estructurales como pisos de puentes, pavimentos, techos planos, es decir en cualquier lugar donde sea posible crear un charco de agua mediante un bordo o dique de tierra u otro material en el borde de la loza. Debe evitarse los daños provocados por la liberación prematura o subida del agua encharcada. El tiempo de retenido de la humedad es mayor y la cantidad de agua utilizada es mucho mayor que en el caso anterior.

El agua empleada en curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable. Se podrán utilizar aguas no potables sólo si: Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto.

El agua de curado no debe ser 11°C más fría que el concreto, ya que el posible desarrollo de esfuerzos de temperatura en la superficie puede causar agrietamiento.

Se mantendrá una capa de agua de cinco centímetros como mínimo de espesor sobre la superficie de éste, teóricamente el más eficiente, solo se emplea en determinadas estructuras aparentes para ello, pavimentos, losas y placas de alcantarilla, donde es factible formar estanques de agua mediante un pequeño dique de tierra impermeable a lo largo del perímetro de la losa.

MÉTODOS RÁPIDOS PARA TENER REFERENCIA DEL AGUA

Para conocer la existencia de ácidos en el agua, es por medio de un papel tornasol

- Color rojizo cuando el agua es ácida para conocer si hay presencia de sulfatos usar cloruro de bario
- Se echa unas gotas de cloruro de bario y de ácido clorhídrico, luego más gotas de bario y si se forma un precipitado blanco. Entonces hay señales de sulfatos.

Siempre que haya sospecha de alguna sustancia nociva debe enviarse al laboratorio una muestra del Agua a usarse en la obra.

VENTAJAS

- Permite el incremento de humedad interna.
- Es fácil de aplicarlo correctamente no mancha las superficies.

Es muy importante conocer la calidad del agua, porque influirá en la resistencia y durabilidad del concreto y mortero que se prepare en obra.

CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL:

DESCRIPCIÓN

Es una emulsión líquida que cuando es aplicada con un pulverizador sobre concreto fresco desarrolla una película impermeable y sellante de naturaleza

micro cristalino. Asegura una protección perfecta al concreto después que el cemento ha reaccionado positivamente.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Ofrece una protección durable y consistente del concreto fresco contra una evaporación demasiado rápida debido a la acción del sol y viento, por lo tanto previene el desarrollo de fisuras superficiales en la mezcla de cemento en proceso de endurecimiento.

Es especialmente apropiado para el tratamiento de superficies verticales donde la previsión es realizada para la posterior protección de la estructura sin efectos negativos.

ALMACENAMIENTO

Puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5°C durante 9 meses.

VENTAJAS

Es aplicado correctamente no mancha las superficies. Hace las superficies muy resistentes y compactas debido a que el residuo cristalino del producto cierra todos los poros superficiales del concreto incorporándose en éste. Además, la película no impide la adherencia de tratamientos posteriores o pinturas. Adicionalmente, se puede caminar (tráfico ligero) sobre las áreas tratadas sólo después de 24 horas.

APLICACIÓN

El consumo de Sika Antisol es de 180-200 g de producto por m² de superficie. Haciendo uso de un equipo pulverizador operado por una sola persona, se puede aplicar alrededor de 1000 m² de superficie en una jornada de 8 horas.

MÉTODO DE APLICACIÓN

Sika Antisol debe ser aplicado puro mediante un equipo pulverizador a una presión aproximada de 1 atmósfera de presión, pulverizándolo directamente en una sola pasada sobre el concreto fresco, la aplicación debe ser realizada después de colocado y acabado el concreto inmediatamente después que el agua superficial haya desaparecido, teniendo cuidado de lograr una película de protección continua y consistente.

En el caso de superficies verticales, inmediatamente después de retirar el encofrado las superficies deben ser lavadas con agua limpia y luego el producto debe ser pulverizado en forma uniforme sobre la superficie.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Precauciones de manipulación Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico. Ecología No arrojar el producto a ríos, canales o al suelo. No arrojar los envases vacíos en el medio ambiente.

e) EN QUE MOMENTO SE DEBE DE INICIAR EL CURADO

El proceso debe iniciarse tan pronto como sea posible sin causar maltrato a la superficie del concreto. Se puede utilizar el siguiente cuadro como referencia.

TABLA Nº 08
TIEMPO DE INICIO DEL CURADO

| CLIMA | TIEMPO DESPUES DEL VACIADO | | |
|-----------------|----------------------------|---|--------|
| Caluroso y seco | 1 | a | 3 hrs. |
| templados | 2 1/2 | a | 5 hrs. |
| fríos | 4 1/2 | a | 7 hrs. |

FUENTE: Manual de Tecnología del Concreto

2.2.4 ENSAYOS Y PRUEBAS DE LABORATORIO

A) DISEÑO DE MEZCLAS: NORMAS: ACI 211.1.74, ACI 211.1.81

IMPORTANCIA

Es un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados.

Existen diferentes métodos de diseños de mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aun así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos, sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

En oportunidades no es necesario tener exactitud en cuanto a las proporciones de los componentes del concreto, en estas situaciones se frecuente el uso de reglas generales, lo que permite establecer las dosis correctas a través de recetas que permiten contar con un diseño de mezcla apropiado para estos casos.

OBJETIVO

Determinar los efectos de la resistencia a la compresión del concreto en pavimentos rígido aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua anegamiento o inmersión y curado con aditivo Sika Antisol.

Determinar la combinación más práctica (factible de realizar), económica, satisfacción de requerimientos según condiciones de uso en los sistemas constructivos, para hacer lozas y edificaciones durables, y lograr eficiencia en los procesos constructivos tanto en obra como en planta.

PROCESOS DE DISEÑO:

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 300$ Kg/cm² a los 28 días, entonces la resistencia promedio $F'c = 320$ Kg/cm²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76,2 mm. a 101,6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado grueso de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de $\frac{3}{4}$ " (19,05 mm).

DOSIFICACIÓN

8,30 bolsas/m³ DE CONCRETO.

A. DOSIFICACIÓN POR PESO

| | | |
|------------------------|---|------------|
| Cemento | : | 42,50 Kg. |
| Agregado fino húmedo | : | 88.80 Kg. |
| Agregado Grueso húmedo | : | 125.10 Kg. |
| Agua efectiva | : | 22.30 Lt. |

B. DOSIFICACIÓN POR TANDAS

Para Mezcladora de 9 pies³

| | |
|------------------------|------------------|
| 1 .5 Bolsa de Cemento: | Redondeo |
| - 2.91 p3 de Arena | 3.00 p3 de Arena |
| - 4.35 p3 de Grava | 4.50 p3 de Grava |
| - 34 Lt. de Agua | 34 Lt. de Agua |

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada.

B) ENSAYO DE REVENIMIENTO ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN CON EL CONO DE ABRAMS. NORMA: NTP 339 - 035

IMPORTANCIA

La importancia de este ensayo es determinar la trabajabilidad del concreto en su estado fresco la prueba de slump se debe realizar con frecuencia el proceso de llenado del concreto.

OBJETIVO

Determinar la fluidez del concreto fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams.

EQUIPOS

Cono de Abrams. Molde de forma tronco cónica de 20 cm. de diámetro en la base inferior y 10 cm. de diámetro en la base superior; altura de 30 cm; provisto de agarraderas y aletas de pie.

Varilla compactadora. Una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm. de longitud.

Placa base. Placa de apoyo, rígida, no absorbente y por lo menos de 40 x 60 cms.

Cucharón metálico. Cucharón metálico o algún instrumento con el cual se pueda manejar el concreto. El molde se construirá de plancha de acero galvanizado.



Ilustración 11. Herramientas para la prueba de revenimiento

PROCEDIMIENTO

- 1) Se coloca el molde sobre una superficie de apoyo horizontal, ambos limpios y humedecidos con agua, (no se permite humedecer con aceites ni grasa).
- 2) El molde se colocara sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.
- 3) En seguida se coloca otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidado, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

La capa inferior se llena hasta aproximadamente 7 cm de altura y la capa media hasta aproximadamente 16 cm de altura. Al apisonar la capa inferior se darán los primeros golpes con la varilla pisón ligeramente inclinado alrededor del perímetro. Al apisonar la capa media y superior se darán los golpes de modo que la varilla pisón penetre 2.5 cm. la capa subyacente. Durante el apisonado de la última capa se deberá mantener permanentemente un exceso de concreto sobre el borde superior del molde.

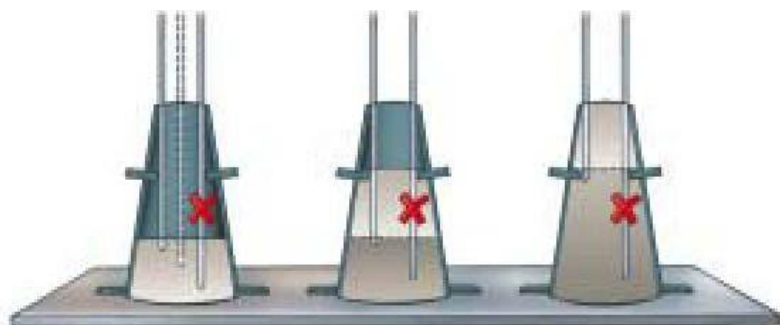


Ilustración 12. Apisonado de las tres capas.

- 4) Se enrasa la superficie de la capa superior con la varilla pisón y se limpia el concreto derramado en la zona adyacente al molde.

Inmediatamente después de terminado el llenado, enrase y limpieza, se carga el molde con las manos, sujetándolo por las asas y dejando

las pisaderas libres y se levanta en dirección vertical sin perturbar el concreto en un tiempo de 5 a 12 segundos.

- 5) El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina Slump.
- 6) Toda la operación de llenado y levantamiento del molde no debe demorar más de dos minutos.
- 7) Una vez levantado el molde se coloca el molde en sentido contrario.
- 8) Tomar varias mediciones y hacer un reporte de la distancia promedio entre la varilla y la parte superior de la muestra

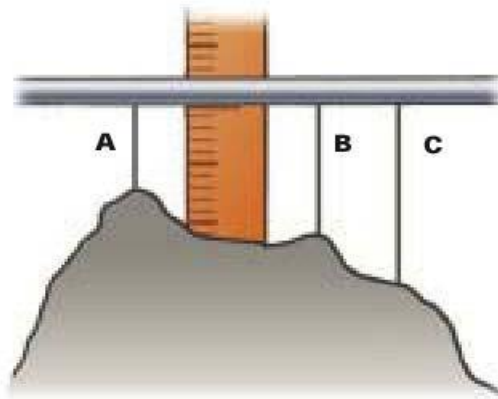


Ilustración 13. Toma de lectura

- 9) Se procede con la inmediata disminución de altura del concreto moldeado respecto al molde, aproximando a 0,5 cm. La medición se hace en el eje central del molde en su posición original.

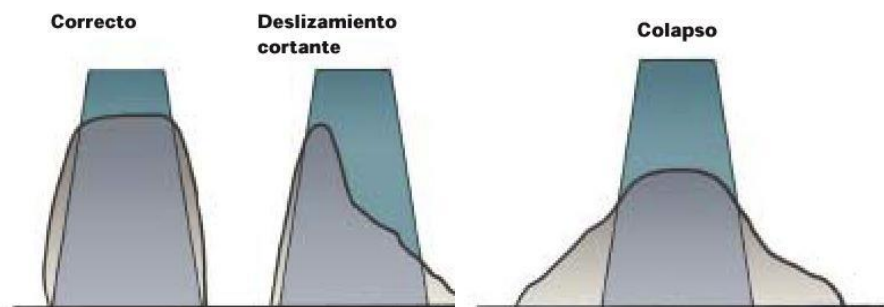


Ilustración 14. Efectos del revenimiento.

EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del ensayo son determinados in situ inmediatos de acuerdo a la tabla que se indica.

TABLA Nº 09

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

| Asentamiento recomendados para varios tipos de construcción | | |
|---|--------|--------|
| tipos de construcción | máximo | mínimo |
| zapatas y muros de cimentación | 3" | 1" |
| zapatas simples cajones muros | 3" | 1" |
| vigas y muros reforzados | 4" | 1" |
| columnas de edificios | 4" | 1" |
| pavimentos losas | 3" | 1" |
| concreto ciclópeo | 2" | 1" |

FUENTE: Manual de Tecnología del Concreto

TABLA Nº 10

CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ACENTAMIENTO

| CONSISTENCIA | SLUMP | TRABAJABILIDAD | METODO DE COMPACTACION |
|--------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| Seca | 0" a 2" | Poco trabajable | Vibración natural |
| Plástica | 3" a 4" | Trabajable | Vibración ligera chuseado |
| Fluida | mayor de 5" | Muy trabajable | Chuseado |

FUENTE: Manual de Tecnología del Concreto

OBSERVACIONES

Si deben usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente. Cuando se utilizan métodos de consolidación del concreto, diferentes de vibración, estos valores pueden ser incrementados en 1".

**C) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÉTODO
ESTANDAR DE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO NORMA
NTP 339 - 034 ASTM C – 39 AASHTO T-22**

IMPORTANCIA

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días.

En túneles es bastante frecuente utilizar la resistencia a los 7 días o menos, mientras en presas se suele utilizar como referencia la resistencia a los 56 días o más.

La resistencia del concreto se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30 cm. de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas.

OBJETIVO

Determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto y averiguar si cumple con la resistencia a la compresión de nuestra muestra.

EQUIPOS

Prensa Hidráulica: Máquina de Ensayo capaz de mantener la velocidad de Carga continua y uniforme.

PROCEDIMIENTO

- 1) Medir el diámetro y la altura de la probeta cilíndrica con una aproximación de 0.1mm con un calibrador micrométrico.
- 2) Colocar la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y centrar sobre el mismo.

- 3) Aplicar la carga en forma continua y constante evitando choques la velocidad de carga estará en el rango de 0.14 a 0.34 Mpa/s.
- 4) Anotar la carga máxima, el tipo de rotura y además toda otra observación relacionada con el aspecto del concreto.

EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Rc = Resistencia de Rotura a la Compresión.

P = Carga Máxima de Rotura en Kilogramos.

A = Área de la superficie de Contacto

NOTA: Si la relación Altura/Diámetro, de la probeta es menor de 1.8, corregir el resultado obtenido multiplicando por el correspondiente factor de corrección, usando la siguiente tabla:

**TABLA Nº 11
FACTORES DE CORRECCIÓN**

| | | | | |
|--------|------|------|------|------|
| L/D | 1.75 | 1.5 | 1.25 | 1 |
| FACTOR | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

FUENTE: Manual De Tecnología Del Concreto

CÁLCULOS

El resultado del ensayo se expresa en porcentaje, calculándose como con siguientes formulas.

$$E. R = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{\pi (D)^2}{4}$$

$$\% = \frac{E. R.}{F^c} \times 100$$

Donde:

A = área de la briqueta

P = dial de prensa hidráulica

ER = esfuerzo de rotura

% = resistencia de la briqueta en porcentajes

EQUIPOS EN OBRA

- Moldes cilíndricos cuya longitud es el doble de su diámetro (6" x 12").
- Barra compactadora de acero liso de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma de semiesfera.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañil.
- Aceites y derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.

Los moldes deber de ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero. Eventualmente se utilizan de material plástico duro.



Ilustración 15. Herramientas para la prueba de compresión

PROCEDIMIENTO Y OBTENCION DE MUESTRAS

- Se deberá obtener una muestra por cada 120 m³ de concreto producido o 500 m² de superficie llenada y en todo caso no menos de una al día.



Ilustración 16. Obtención de muestra

- La muestra de concreto se colocara en una vasija impermeable y no absorbente, de tamaño tal que sea posible el remezclado, antes de llenar los moldes.
- Se deben preparar tres probetas de ensayos de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio, generalmente la resistencia del concreto se evalúa las edades de 7 y 28 días.
- Luego del remezclado se llena de inmediato el molde hasta un tercio de su altura compactando a continuación con la barra mediante 25 golpes verticales. El procedimiento se repite en las dos capas siguientes, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente más o menos de 1". En la última, se coloca material en exceso, para enrazar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.



Ilustración 17. Colocado de capas de las muestras.

- Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear ligeramente las paredes de molde, utilizando la barra de compactación, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

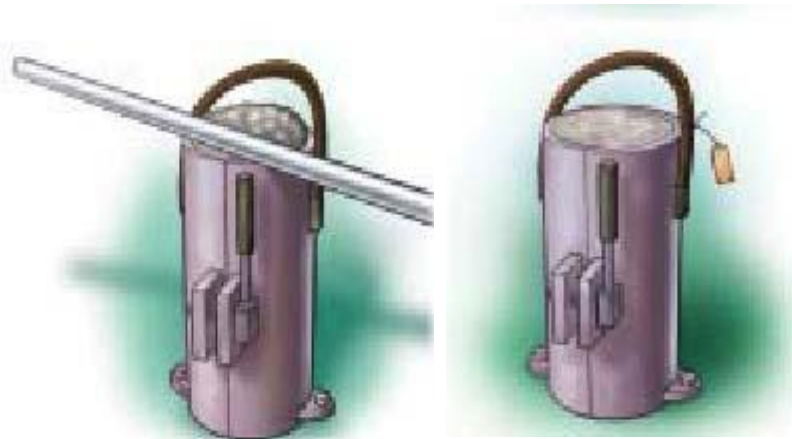


Ilustración 18. Nivelación y culminado de enrasado de muestras.

- La superficie del cilindro será terminado con la barra o regla de madera de manera de lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
- Las probetas se retiraran de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.

CAPEADO DE BRIQUETA

- 1) El capeado de la briqueta se realiza con el refrentado que en laboratorio se realiza de una mezcla de bentonita y azufre.

- 2) Se debe de tener en cuenta la temperatura de la olla del capi que debe de estar a una temperatura de 350°C.
- 3) Se utiliza el molde de capeo se coloca en el molde una cantidad aproximada de caping para el cubrimiento de ambas caras de la briqueta y así poder uniformizar.
- 4) Se debe de petroleo la briqueta como también el molde para luego capear.
- 5) Obtención de la briqueta ya capeada en ambos lados.

OBSERVACIONES

- 1) Para el capeo de la briqueta se debe de considerar el área de cada briqueta o probetas.
- 2) Tener cuidado al momento de hacer uso del caping o refrentado.
- 3) El orden de las briquetas de acuerdo a la fecha de moldeo.
- 4) Tener las resistencias de cada una de las probetas.
- 5) Se debe de realizar 03 probetas de cada edad, para el caso de la tesis se optó por 02 muestras a la edad de 28 días para obtener promedios.

CAPITULO III

III PROPUESTA TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROBLEMA

La presente investigación técnica se refiere a determinar los métodos más adecuados de curado del concreto que garanticen el alcance de la resistencia diseñada después del vaciado en pavimento rígido, evitando las fisuras y otros problemas que se puedan presentar a la hora del fraguado de la Ciudad de Juliaca, para un concreto de diseño $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$.

Se inicia para esta investigación de tesis un diseño de mezclas de concreto para una resistencia de diseño $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$. Para pavimento rígido.

Un curado inapropiado puede fácilmente disminuir la resistencia del mejor concreto hasta en un 50%. El cual es perjudicial para la obra "Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad, Vehicular y Peatonal de la Av. Circunvalación (av. Independencia – av. Huancané) de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno".

La calidad del concreto debe garantizarse con un correcto curado luego del vaciado y fraguado los que indican en los planos estructurales, cumpliéndose que la estructura se comportará adecuadamente ante las sollicitaciones de fuerzas externas (sismos), obteniendo en el tiempo buenos resultados en las edificaciones y que cumplan con el principio de seguridad.

Es importante señalar que existen diferentes métodos y tipos de curado para el concreto; considerando que para la tesis propuesta se determina tres condiciones o métodos de curado.

- ✓ Aplicando el método de curado con agua y protegida con arpillera
- ✓ Aplicando el método de curado con agua en forma de anegamiento o inmersión.
- ✓ Aplicando el método de curado con aditivo Sika Antisol.

Se plantea comparar la resistencia a la compresión del concreto en el vaciado de pavimento rígido aplicando las tres condiciones de curado para sí determinar el más óptimo y adecuado.

La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el ingeniero necesita conocer, en el cual el estudio del tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual para cada tramo vial.

Las presurosas fallas estructurales anteriores de pavimento flexible, nos obliga a realizar el vaciado con pavimentado rígido reforzado en la Av. Circunvalación, ya que el tránsito vial es muy fluida, ya que es la principal vía de ingreso de vehículos de carga pesada hacia la Ciudad de Juliaca.

A futuro pueda recomendarse y aplicar en la población en general, garantizando la calidad necesaria en los vaciados de loza y que a través de la Universidad Alas Peruanas podamos difundir y contribuir en el aspecto técnico y desarrollo profesional de cada uno de los estudiantes y por ende en la Ciudad de Juliaca.

3.2 PROPUESTA TÉCNICA EXPERIMENTAL

3.2.1 FUNDAMENTACIÓN

La tesis se desarrollará considerando las etapas.

1. Selección de la Población y Muestras:

La población corresponde al vaciado de concreto rígido en la av. circunvalación tramo (av. Independencia – av. Huancané) de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno”. En las que se tomarán muestra en 04 tramos diferentes 06 muestras, 03 formas de curado, 02 muestras para tipo de curado para aplicar cuatro condiciones de curado, haciendo un total de 24 ensayos de prueba a la resistencia a la compresión del concreto.

2. Toma de muestras en obra:

Según la Norma para la toma de muestras de concreto fresco se procederá a recoger las muestras en el lugar de la Obra, para cada tramo.

3. Aplicación de los métodos de curado:

Para ello se llenarán fichas de control de curado respectivo, siendo los casos de curado:

- ✓ Método de curado con agua y protegida con arpillera

- ✓ Método de curado con agua en forma de anegamiento o inmersión.
- ✓ Método de curado con aditivo Sika Antisol

En las condiciones de curado las probetas se realizaron conforme a las condiciones de curado del elemento estructural en estudio y no en una poza de agua. Siendo la condición de curado real comparado con la estructura a curarse.

4. Pruebas de laboratorio:

Se aplicará la prueba de laboratorio, es decir ensayos de resistencia a la compresión de concreto a los 28 días, obteniéndose los certificados de control de laboratorio respectivo.

5. Contrastes de resultados:

Considerando y a partir de la resistencia de diseño en pavimento rígido de $f'c=300$ Kg/cm², se contrastarán con los resultados de laboratorio y determinarán estadísticamente la mejor condición de curado para el concreto diseñado y aplicado, comparándose entre los tres métodos y los casos de curado.

3.3 DESCRIPCIÓN TÉCNICA

3.3.1 MATERIALES E INSUMOS

Los materiales utilizados son:

- Concreto fresco de $f'c=300$ Kg/cm² a pie de obra.
- Aditivo sika antisol
- Agua, arpilleras.
- Baldes, arena y recipientes.
- Libretas de notas.
- fichas de control de curado.

3.3.2 EQUIPOS E INDUMENTARIA NECESARIA

Los equipos a utilizar son:

- Briquetas de concreto en Número de 06 unidades.
- Herramientas manuales como: Buguis, palas, badilejos.
- Prensa para ensayo de Resistencia a la compresión del concreto.
- Libretas y fichas de control de ensayo.

3.3.3 MATERIALES Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Los costos de materiales, equipos y otros se detallan:

**TABLA N° 12
PRESUPUESTOS**

| DESCRIPCIÓN DE INSUMOS Y OTROS | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | P.U. S/. | PARCIAL S/. |
|--|------------------|----------|----------|-----------------|
| Materiales e Insumos | | | | |
| Concreto f _c =300 Kg/cm ² a pie de obra (Muestras) | und. | 24 | 10 | 240 |
| Aditivo Sika Antisol | gln | 4 | 40 | 160 |
| Arpilleras. | m | 20 | 6 | 120 |
| Baldes y recipientes. | und. | 4 | 10 | 40 |
| Libretas y fichas de control de curado. | glb | 1 | 50 | 50 |
| | | | | |
| Papelería | glb | 1 | 200 | 200 |
| Impresiones | glb | 1 | 200 | 200 |
| Imprevistos | glb | 1 | 150 | 150 |
| | | | | |
| Equipos e Indumentaria Necesaria | | | | |
| Briquetas de concreto en Número de 06 unidades. (Alquiler) | und | 6 | 50 | 300 |
| Herramientas manuales como: Buguis, palas, badilejos. (Alquiler) | glb | 1 | 50 | 50 |
| Ensayo de Resistencia a la compresión del concreto. | und | 24 | 40 | 960.00 |
| Libretas y fichas de control de ensayo. | glb | 1 | 100 | 100 |
| | | | | |
| Alquiler de Equipos de cómputo | glb | 1 | 250 | 250 |
| Alquiler de movilidad y combustibles | glb | 1 | 1,200 | 1,000.00 |
| | | | | |
| PRESUPUESTO PREVISTO S/. | | | | 3,860.00 |

FUENTE: Propia

3.3.4 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A. TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras, según Norma para muestras de concreto fresco se procedió a recoger las muestras en el lugar de la obra que se está ejecutando.

La muestra de estudio se conformó en la obra “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. Circunvalación tramo (av. Independencia – av. Huancané) de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno” que se encuentra en proceso constructivo en las que se tomó 06 muestras, es decir 02 muestras para tipo de curado para aplicar tres condiciones de curado, haciendo un total de 24 ensayos de prueba a la resistencia a la compresión del concreto.

Se deberá obtener una muestra por cada 120 m³ de concreto producido o 500 m² de superficie llenada y en todo caso no menos de una al día según norma ASTM. Para nuestro caso y desarrollo de la presente tesis se tomara muestras cada 500 metros de vaciado de la obra “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la av. Circunvalación tramo (av. Independencia – av. Huancané) de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno”.

Se detalla a continuación en el cuadro las fechas de toma de muestras a pie de obra, las dos briquetas por cada progresiva de la obra.

TABLA N° 13

MUESTRAS PARA PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| DESCRIPCION DE PROBETAS | SLUM. Pulg. | FECHA DE MUESTRA | CURADO AGUA ARPILLERA | CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL | CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERCION | MUSTRA PARCIAL | DISEÑO f _c (kg/cm ²) |
|--|----------------|---------------------|-----------------------------|---|--|-------------------|---|
| MUESTRA N°1 | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 (PROBETA 1) | 3" | 28/09/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 2+650 (PROBETA 2) | 3" | 28/09/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| MUSTRA N°2 | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (PROBETA 1) | 3" | 04/10/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (PROBETA 2) | 3" | 04/10/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| MUSTRA N°3 | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (PROBETA 1) | 3" | 13/10/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (PROBETA 2) | 3" | 13/10/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| MUSTRA N°4 | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (PROBETA 1) | 3" | 03/11/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (PROBETA 2) | 3" | 03/11/2016 | 1 | 1 | 1 | 3 | 300 |
| | | | 8 | 8 | 8 | 24 | |

FUENTE: Propia

B. CURADO

El concreto alcanza el 70% de su resistencia especificada a los 7 días del vaciado. La resistencia final del concreto en gran manera de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial. El 30% o más de la resistencia, puede perderse por un secado prematuro del concreto o si la temperatura baja a 5C° o menos durante los primeros días, a menos que se mantenga el concreto continuamente húmedo durante un largo tiempo después del descenso de temperatura la congelación del concreto fresco puede reducir su resistencia hasta el 50%, es por ello el motivo de la presente tesis, para tener muy en cuenta los cambios de temperatura que se van dando en los días de vaciado y respectivo curado.

El curado del concreto debe tener como objetivo principal el mantenerlo saturado hasta que los espacios originalmente ocupados por el agua en la pasta fresca se llenen con los productos de hidratación del cemento, reduciendo a un mínimo los poros capilares.

Para la presente tesis aplicaremos tres condiciones de curado como son:

- ✓ Método de curado con agua y protegida con arpillera
- ✓ Método de curado con agua anegamiento o inmersión.
- ✓ Método de curado con aditivo Sika Antisol

C. ENSAYO DE LABORATORIO

En laboratorio se procedió con los ensayos de Resistencia a la compresión: ASTM C – 39, AASHTO T-22, NTP 339 - 034

La resistencia especificada para el concreto corresponde a la resistencia de diseño $f'c=300$ Kg/cm².

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LOS MÉTODOS DE CURADO

Según las condiciones de curado se procedió a realizar los ensayos los que mostramos en la siguiente tabla:

MÉTODO DE CURADO CON AGUA Y ARPILLERA.

TABLA N° 14

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN N.T.:

ASTM C – 39, AASHTO T-22, NTP 339 – 034

| MUESTRAS | SLUM - Pulg. | FECHA MOLDEO | EDAD (días) | FECHA ROTURA | LECTURA DIAL (kg) | AREA (cm ²) | RESISTENCIA (kg/cm ²) | DISEÑO f _c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
|--|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|-----------------|
| MUESTRA N° 1 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 | 3" | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 58285.0 | 176.7 | 329.85 | 300 | 109.95% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 2+650 | 3" | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 57400.0 | 176.7 | 324.84 | 300 | 108.28% |
| MUESTRA N° 2 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 | 3" | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 57200.0 | 176.7 | 323.71 | 300 | 107.90% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 | 3" | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 56520.0 | 176.7 | 319.86 | 300 | 106.62% |
| MUESTRA N° 3 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 | 3" | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 56000.0 | 176.7 | 316.92 | 300 | 105.64% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 | 3" | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 56830.0 | 176.7 | 321.62 | 300 | 107.21% |
| MUESTRA N° 4 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 | 3" | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 57595.0 | 176.7 | 325.95 | 300 | 108.65% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 | 3" | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 56985.0 | 176.7 | 322.50 | 300 | 107.50% |
| PROMEDIO | | | | | | | 323.16 | | 107.72% |

FUENTE: Propia

MÉTODO DE CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL

TABLA N° 15

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN N.T.:
ASTM C – 39, AASHTO T-22, NTP 339 – 034**

| MUESTRAS | SLUM -Pulg. | FECHA MOLDEO | EDA D (días) | FECHA ROTURA | LECTUR A DIAL (kg) | AREA (cm ²) | RESISTE NCIA (kg/cm ²) | DISEÑO f'c (kg/cm ²) | RESISTE NCIA (%) |
|---|----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|--|--|------------------------|
| MUESTRA N° 1 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 | 3" | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 50895.0 | 176.7 | 288.03 | 300 | 96.01% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 2+650 | 3" | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 50400.0 | 176.7 | 285.23 | 300 | 95.08% |
| MUESTRA N° 2 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 | 3" | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 51010.0 | 176.7 | 288.68 | 300 | 96.23% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 | 3" | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 50095.0 | 176.7 | 283.50 | 300 | 94.50% |
| MUESTRA N° 3 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 | 3" | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 52480.0 | 176.7 | 297.00 | 300 | 99.00% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 | 3" | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 52260.0 | 176.7 | 295.76 | 300 | 98.59% |
| MUESTRA N° 4 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 | 3" | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 50645.0 | 176.7 | 286.62 | 300 | 95.54% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 | 3" | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 49980.0 | 176.7 | 282.85 | 300 | 94.28% |
| PROMEDIO | | | | | | | 288.46 | | 96.15% |

FUENTE: Propia

MÉTODO DE CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN.

TABLA N° 16

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN N.T.:

ASTM C – 39, AASHTO T-22, NTP 339 – 034

| MUESTRAS | SLUM -Pulg. | FECHA MOLDEO | EDAD (días) | FECHA ROTURA | LECTUR A DIAL (kg) | AREA (cm ²) | RESISTE NCIA (kg/cm ²) | DISEÑO O f'c (kg/c m ²) | RESISTE NCIA (%) |
|--|----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|--|--|------------------------|
| MUESTRA N° 1 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 | 3" | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 47445.0 | 176.7 | 268.51 | 300 | 89.50% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 2+650 | 3" | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 47115.0 | 176.7 | 266.64 | 300 | 88.88% |
| MUESTRA N° 2 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 | 3" | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 46005.0 | 176.7 | 260.36 | 300 | 86.79% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 | 3" | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 46900.0 | 176.7 | 265.42 | 300 | 88.47% |
| MUESTRA N° 3 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 | 3" | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 48035.0 | 176.7 | 271.84 | 300 | 90.61% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 | 3" | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 48435.0 | 176.7 | 274.11 | 300 | 91.37% |
| MUESTRA N° 4 | | | | | | | | | |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 | 3" | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 48060.0 | 176.7 | 271.99 | 300 | 90.66% |
| AV. CIRCUNVALACION CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 | 3" | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 47075.0 | 176.7 | 266.41 | 300 | 88.80% |
| | | | | | PROMEDIO | | 268.16 | | 89.39% |

FUENTE: Propia

D. COMPARACIÓN O CONTRASTE DE RESULTADOS

RESUMEN DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LOS MÉTODOS DE CURADO

Según los métodos y condiciones de curado se realiza el cuadro comparativo:

COMPARACIONES ENTRE LOS MÉTODOS Y CONDICIONES DE CURADO

TABLA N° 17

RESUMEN DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| MÉTODOS DE CURADO | RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ² | % ALCANZADO RESPECTO A LA RESISTENCIA DE DISEÑO | RESISTENCIA DE DISEÑO Kg/cm ² | DIFERENCIA Kg/cm ² | OBS. |
|--|---|---|--|-------------------------------|-----------|
| RESISTENCIA DE DISEÑO F'c=300 KG/CM ² | 300 | | 300.00 | | |
| CURADO CON AGUA Y ARPILLERA | 323.16 | 107.72% | 300.00 | 23.16 | CUMPLE |
| CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL | 288.46 | 96.15% | 300.00 | -11.54 | NO CUMPLE |
| CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERCION | 268.16 | 89.39% | 300.00 | -31.84 | NO CUMPLE |

Edad del concreto: 28 Días

FUENTE: Propia

CAPITULO IV

IV PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

RESUMEN DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN LOS MÉTODOS DE CURADO.

Según los métodos y condiciones de curado se realiza el cuadro comparativo:

COMPARACIONES ENTRE LOS MÉTODOS Y CONDICIONES DE CURADO

TABLA N° 18

RESUMEN DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

| MÉTODOS DE CURADO | RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ² | % ALCANZADO RESPECTO A LA RESISTENCIA DE DISEÑO | RESISTENCIA DE DISEÑO Kg/cm ² | DIFERENCIA Kg/cm ² | OBS. |
|---|---|---|--|-------------------------------|-----------|
| RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=300$ Kg/cm ² | 300 | | 300.00 | | |
| CURADO CON AGUA Y ARPILLERA | 323.16 | 107.72% | 300.00 | 23.16 | CUMPLE |
| CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL | 288.46 | 96.15% | 300.00 | -11.54 | NO CUMPLE |
| CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERCIÓN | 268.16 | 89.39% | 300.00 | -31.84 | NO CUMPLE |

Edad del concreto: 28 Días

Fuente: Propia

4.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según los resultados podemos analizar los métodos y condiciones de curado que se realizan, a continuación presentamos unos cuadros comparativos:

COMPARACIONES DE RESISTENCIA ENTRE LOS MÉTODOS DE CURADO

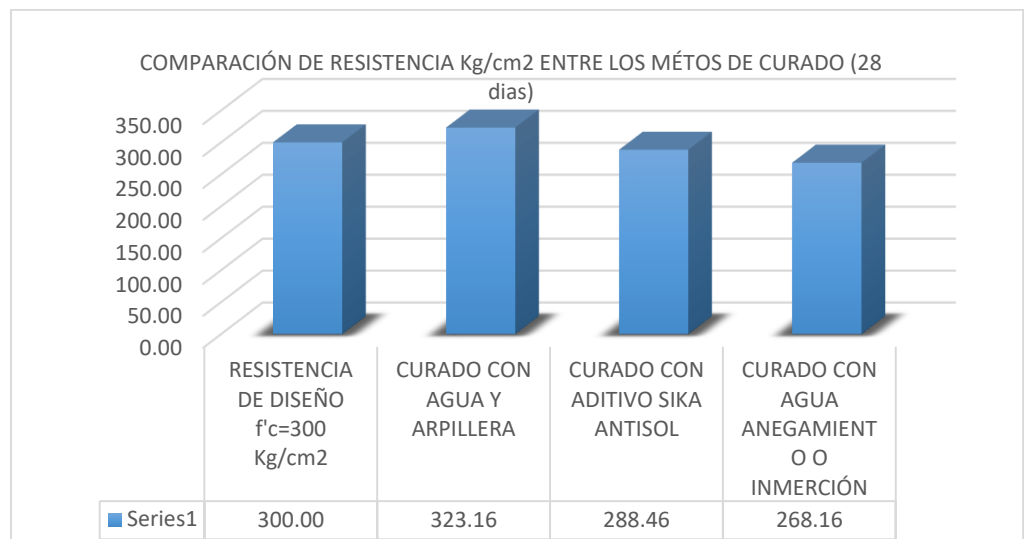


Ilustración N°.19 comparaciones de resistencia entre los tres métodos de curado kg/cm2 (edad=28 días).

Fuente: Propia

INTERPRETACIÓN: Observando el gráfico de barras técnicamente podemos concluir: Que siendo la Resistencia de diseño de $f'c=300\text{Kg/cm}^2$, al que comparamos según cada condición de curado, únicamente el método de curado con agua arpillera es el único que supera la resistencia de diseño, el método de curado con aditivo Sika Antisol y con la aplicación de curado con anegamiento o inmersión, es decir que ninguno de estos métodos cumple o alcanzan la resistencia de diseño, solo superado por el curado de agua protegido con arpillera.

COMPARACIONES DE CURADO CON AGUA-ARPILLERA Y SIKA ANTISOL

TABLA N° 19

COMPARACIÓN DE CURADO CON AGUA-ARPILLERA Y SIKA ANTISOL

| MÉTODO DE CURADO | RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm ² | RESISTENCIA DE DISEÑO Kg/cm ² | DIREFERENCIA Kg/cm ² | OBS. |
|---|---|--|---------------------------------|-----------|
| RESISTENCIA DE DISEÑO F' _c =300 Kg/cm ² | | 300.00 | | |
| CURADO CON AGUA Y ARPILLERA | 323.16 | 300.00 | 23.16 | CUMPLE |
| CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL | 288.46 | 300.00 | -11.54 | NO CUMPLE |

Edad del concreto: 28 Días

Fuente: Propia

COMPARACIÓN DE CURADO CON AGUA-ARPILLERA Y CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL

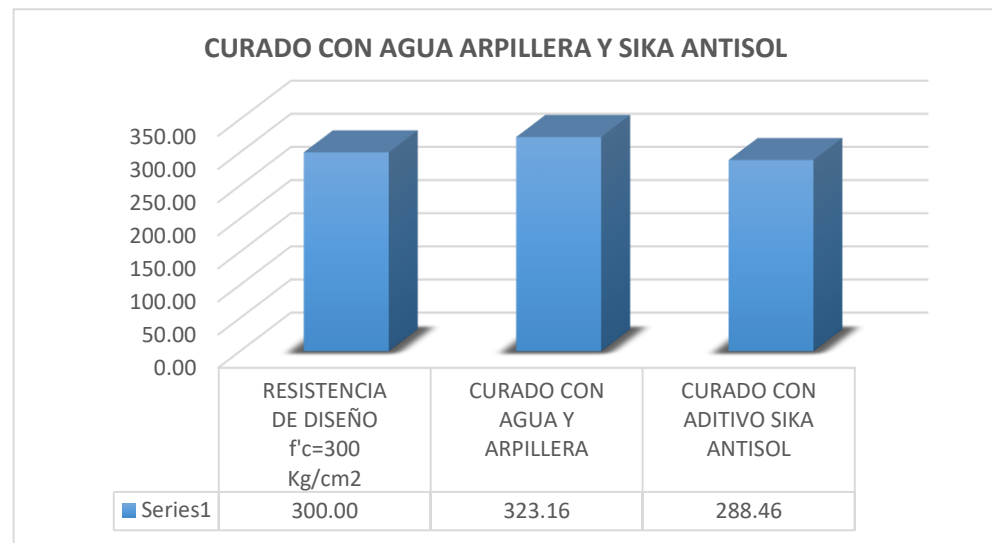


Ilustración N°.20 comparación entre el curado con agua arpillerera y aditivo sika antisol.

Fuente: Propia

INTERPRETACIÓN: Observando el gráfico de barras técnicamente podemos concluir: Que siendo la Resistencia de diseño de f'_c=300Kg/cm², al que comparamos según condición del método de curado con agua-arpillerera y curado con aditivo sika antisol; el curado con agua-arpillerera supera en 34.70 Kg/cm² de resistencia a la compresión.

TABLA N° 20

COMPARACIÓN DE CURADO CON AGUA-ARPILLERA Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN

| MÉTODOS DE CURADO | RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2 | RESISTENCIA DE DISEÑO Kg/cm2 | DIFERENCIA Kg/cm2 | OBS. |
|---|-----------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|
| RESISTENCIA DE DISEÑO $f'c=300$ Kg/Cm2 | 300 | 300 | | |
| CURADO CON AGUA Y ARPILLERA | 323.16 | 300 | 23.16 | CUMPLE |
| CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN | 268.16 | 300 | -31.84 | NO CUMPLE |

Fuente: Propia

COMPARACIÓN DE CURADO CON AGUA-ARPILLERA Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERSIÓN

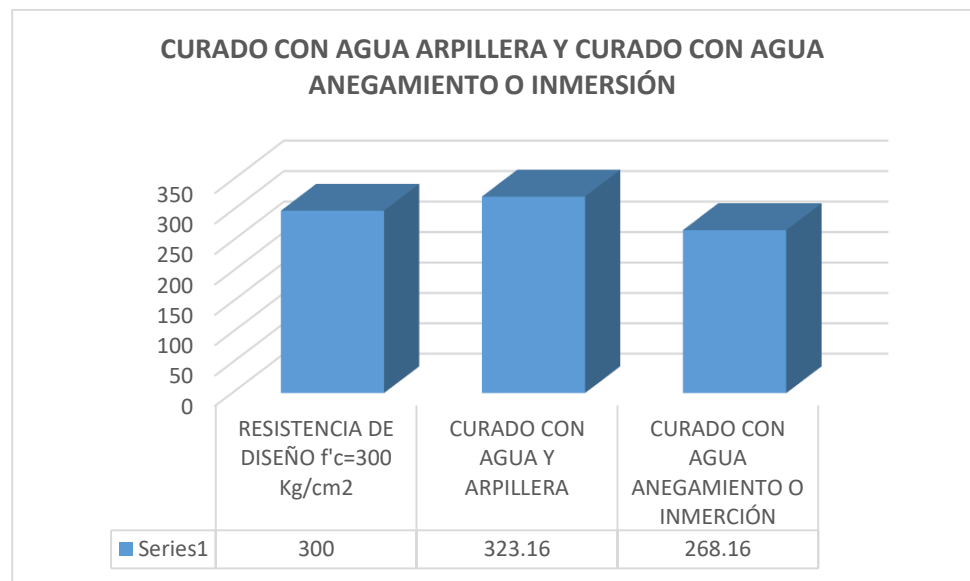


Ilustración N°.21 comparación entre el curado con agua arpiller y curado con agua anegamiento o inmersión.

Fuente: Propia

INTERPRETACIÓN: Observando el gráfico de barras técnicamente podemos concluir: Que siendo la Resistencia de diseño de $f'c=300$ Kg/cm2, al que comparamos según condición del método de curado con agua-arpiller y curado con agua anegamiento o inmersión; el método de curado con agua-arpiller supera en 55.00 Kg/cm2 al método de curado con agua anegamiento o inmersión de la resistencia a la compresión.

TABLA N° 21

COMPARACIÓN DE CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERCIÓN

| MÉTODOS DE CURADO | RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2 | RESISTENCIA DE DISEÑO Kg/cm2 | DIFERENCIA Kg/cm2 | OBS. |
|---|-----------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|
| RESISTENCIA DE DISEÑO $f'_c=300$ Kg/Cm2 | 300 | 300 | | |
| CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL | 288.46 | 300 | -11.54 | NO CUMPLE |
| CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERCIÓN | 268.16 | 300 | -31.84 | NO CUMPLE |

Fuente: Propia

COMPARACIÓN DE CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL Y CURADO CON AGUA ANEGAMIENTO O INMERCIÓN

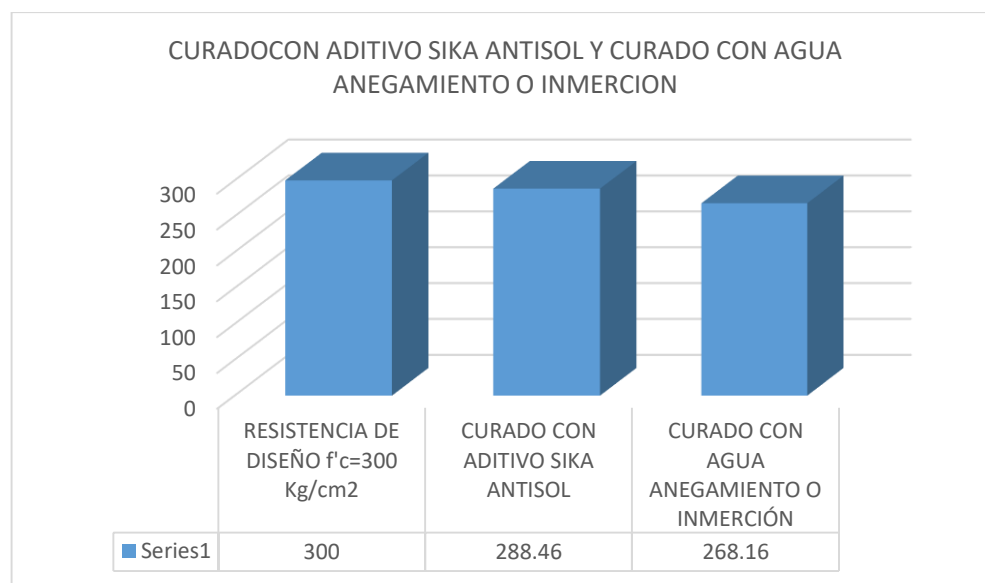


Ilustración N°.22 comparación entre el curado con aditivo sika antisol y curado con agua anegamiento o inmersión.

Fuente: Propia

INTERPRETACIÓN: Observando el gráfico de barras técnicamente podemos concluir: Que siendo la Resistencia de diseño de $f'_c=300$ Kg/cm2, al que comparamos según condición del método de curado con agua aditivo sika antisol y curado con agua anegamiento o inmersión; el curado con aditivo sika antisol supera en 20.30 Kg/cm2 al curado con agua anegamiento o inmersión de resistencia a la compresión.

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Los métodos de curados normales y con aditivo influyen significativamente en la resistencia del concreto porque cuando al concreto no se le realiza el curado puede llegar a disminuir su resistencia hasta un 30%. El método de curado más adecuado para esta condición es con agua protegido o colocación de arpillera y es el único que supera la resistencia de diseño $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$, comparado en las condiciones de curado método de curado con agua anegamiento o inmersión, método de curado con aditivo sika antisol; con esto concluimos que los métodos de curados normales y curado con aditivo son necesarios ya que si a un concreto no se le cura adecuadamente este no llega a la resistencia del diseño, que para el estudio de la presente tesis es la fuerza a la compresión de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$.
- SEGUNDO:** El curado del concreto con agua-arpillera influye en un 23.16 kg/cm^2 mayor con respecto al diseño de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$. Por lo tanto, el curado con agua-arpillera supera la resistencia en 107 % a la compresión, a los 28 días; este tipo de curado es el más adecuado; adicionalmente podemos indicar que el método de curado en la temporada de helada cumple una doble función la de proteger de las bajas temperaturas al concreto para evitar fisuras en el transcurso de la obra.
- TERCERO:** El curado del concreto con aditivo sika antisol influye en un -11.54 Kg/cm^2 menor con respecto al diseño de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$. Por lo tanto, el curado con aditivo sika antisol no supera la resistencia de 100 % a la compresión, a los 28 días; pero, económicamente es el curado que demanda mayor gasto y mano de obra calificada para su aplicación de sika antisol en el concreto.

CUARTO: El curado del concreto con agua anegamiento o inmersión influye en un -31.84 Kg/cm^2 menor con respecto al diseño de $f'_c=300 \text{ Kg/cm}^2$. Por lo tanto, el curado con agua anegamiento o inmersión no supera la resistencia de 100 % a la compresión, a los 28 días; y de hecho es muy perjudicial para la calidad de concreto y la obra en construcción ya que el clima de Juliaca sufre constantes variaciones, pero es recomendable para zonas costeras con muy altas temperaturas.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Para el curado del concreto utilizando arpillera humedecida se recomienda tener sumo cuidado en los traslapes, también verificar cada cierto tiempo que debajo de la arpillera este siempre húmedo uniformemente, también cuidar de los vientos que pueden retirar la arpillera del concreto, antes de colocar la arpillera verificar que esté limpia sin sustancias toxicas que puedan dañar, manchar el concreto.

SEGUNDA: Para el curado del concreto se sugiere hacer el curado con agua y arpillera porque este tipo de curado alcanza una mayor resistencia.

TERCERA: Se recomienda que la Universidad a través de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura, motive más investigaciones relacionadas con el proceso constructivo en pavimentos rígidos, ya que son los más óptimos para estos tipos de suelos de niveles freáticos altos, y que los aportes obtenidos puedan ser difundidos en la Ciudad de Juliaca como proyección y contribución técnica de la Carrera Académico Profesional de Ingeniería Civil.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. ABANTO CASTILLO, Flavio. **“Tecnología del concreto”** – Segunda edición
2. ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO ASOCEM (1989) – **“Boletines Técnicos”**
3. ASTM – Normas Indicadas.
4. GONZALES DE LA COTERA S. (1996) **Requerimientos del Cemento en los Reglamentos de la Construcción** ASOCEM.
5. PASQUEL CARBAJAL, Enrique (1984) **“Curado de Concreto en el Altiplano empleando recursos de la zona”** – VI Congreso Nacional de Ingeniería Civil – Cajamarca.
6. RIVVA LOPEZ, Enrique (1988). **Recomendaciones para el proceso de puesta en obra de estructuras de concreto.** Lima – Perú.
7. ROMERO UMLAUFF, Alfredo. (1998) **Concretos en condiciones extremas de temperatura.** I Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcciones ACI-CAPITULO PERUANO, Lima – Perú
8. ACI Committee 308 (2002). **“Guide to Curing Concrete”**, ACI 308R-01, Detroit.
9. González, F. (2000). **“Manual de supervisión de obras de concreto”**, 2ª edición Limusa Noriega Editores, México.
10. Ruiz Brito, C. A. (2011). **Analisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rigidos.** SANGOLQUÍ,; SANGOLQUÍ / ESPE / 2011.
11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2013). **Manual de carreteras especificaciones tecnicas generales para la construccion EG-2013.** Lima : El peruano.
12. Alvarado, J. F. (2014). **Control de calidad de los procesos de elaboración, colocación y curado de losas.** Cartago: Repositorio Institucional del Tecnológico de Costa Rica.
13. Covarrubias, J. P. (1991). **Uso de membranas de curado en pavimentos de hormigon.** ingenieria de construccion.

14. WEB GRAFÍA

- ◆ <http://www.katodos.com/doctos/81f459021729e3a6bf02db0430923c9b.doc>
- ◆ <http://fic.uni.edu.pe/construccion/concreto/Concreto%201/curado%20concreto.ppt>
- ◆ <https://image.slidesharecdn.com/curadodelconcreto-140122114133-phpapp02/95/curado-del-concreto-1-638.jpg?cb=1390392234>
- ◆ <http://www.arqhys.com/arquitectura/concreto-curado.html>
- ◆ http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP_11_ES.pdf
- ◆ https://scholar.google.es/scholar?q=curado+del+concreto+en+pavimentos+r%C3%ADGIDOS&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
- ◆ https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&q=curados+de+pavimentos
- ◆ http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html
- ◆ <https://es.scribd.com/doc/57793045/Catalago-de-Normas-ASTM-NTP>

ANEXOS

CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA
 GERENCIA DE INFRA ESTRUCTURA
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

PROYECTO : MÉTODOS DE CURADO EN PAVIMENTO RÍGIDO REFORZADO DE LA OBRA "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. CIRCUNVALACIÓN TRAMO-II (AV. INDEPENDENCIA – AV. HUANCANÉ) DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN – PUNO".

SOLICITANTE : Bach. LUIS MICHEL SUCA PAMPA

METODO : CURADO AGUA ARPILLERA

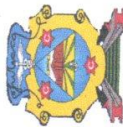
FECHA : Martes, 06 de Diciembre de 2016

| N° | DESCRIPCIÓN | N° DE IDENTID. | FECHA DE MOLDEO | EDAD (días) | FECHA DE ROTURA | LECTURA DIAL (kg) | AREA (cm²) | F = (kg/cm²) | | |
|----|---|----------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------------|------------|----------------------|---------------------|-----------------|
| | | | | | | | | RESISTENCIA (kg/cm²) | DISEÑO f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA (%) |
| 1 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 (Muestra N° 1) | 1 | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 58285.00 | 176.70 | 329.85 | 300 | 109.95% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 2+650 (Muestra N° 1) | 1 | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 57400.00 | 176.70 | 324.84 | 300 | 108.28% |
| 2 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (Muestra N° 2) | 1 | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 57200.00 | 176.70 | 323.71 | 300 | 107.90% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (Muestra N° 2) | 1 | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 56520.00 | 176.70 | 319.86 | 300 | 106.62% |
| 3 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (Muestra N° 3) | 1 | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 56000.00 | 176.70 | 316.92 | 300 | 105.64% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (Muestra N° 3) | 1 | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 56830.00 | 176.70 | 321.62 | 300 | 107.21% |
| 4 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (Muestra N° 4) | 1 | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 57595.00 | 176.70 | 325.95 | 300 | 108.65% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (Muestra N° 4) | 1 | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 56985.00 | 176.70 | 322.50 | 300 | 107.50% |

OBSERVACIONES : PROBETAS IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE, PRUEBA REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA
 GERENCIA DE INFRA ESTRUCTURA
 PLANTA ASFALTOS
 Lab. de Suelos / PAVIMENTOS ASFALTO Y LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
 Juliaca - JULIACA

Ricardo Aroni Acero
 CIP. 109836



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA
GERENCIA DE DE INFRA ESTRUCTURA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

PROYECTO : MÉTODOS DE CURADO EN PAVIMENTO RIGIDO REFORZADO DE LA OBRA "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. CIRCUNVALACIÓN TRAMO-II (AV. INDEPENDENCIA - AV. HUANCANÉ) DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN - PUNO".

SOLICITANTE : Bach. LUIS MICHEL SUCA PAMPA

METODO : CURADO CON ADITIVO SIKI ANTISOL

FECHA : Martes, 06 de Diciembre de 2016

| N° | DESCRIPCIÓN | N° DE IDENTID. | FECHA MOLDEO | EDAD (días) | FECHA ROTURA | LECTURA DIAL (kg) | AREA (cm ²) | F = (kg/cm ²) | | |
|----|---|----------------|--------------|-------------|--------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | | RESISTENCIA (kg/cm ²) | f _c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
| 1 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 (Muestra N° 1) | 1 | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 50895.00 | 176.70 | 288.03 | 300 | 96.01% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 2+650 (Muestra N° 1) | 1 | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 50400.00 | 176.70 | 285.23 | 300 | 95.08% |
| 2 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (Muestra N° 2) | 1 | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 51010.00 | 176.70 | 288.68 | 300 | 96.23% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (Muestra N° 2) | 1 | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 50095.00 | 176.70 | 283.50 | 300 | 94.50% |
| 3 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (Muestra N° 3) | 1 | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 52480.00 | 176.70 | 297.00 | 300 | 99.00% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (Muestra N° 3) | 1 | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 52260.00 | 176.70 | 295.76 | 300 | 98.59% |
| 4 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (Muestra N° 4) | 1 | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 50645.00 | 176.70 | 286.62 | 300 | 95.54% |
| | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (Muestra N° 4) | 1 | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 49980.00 | 176.70 | 282.85 | 300 | 94.28% |

OBSERVACIONES : PROBETAS IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE, PRUEBA REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA
GERENCIA DE INFRA ESTRUCTURA



Ing. Ricardito Aroni Acero
CIP. 109836
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA
 GERENCIA DE INFRA ESTRUCTURA
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

PROYECTO : MÉTODOS DE CURADO EN PAVIMENTO RÍGIDO REFORZADO DE LA OBRA "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. CIRCUNVALACIÓN TRAMO-II (AV. INDEPENDENCIA - AV. HUANCANÉ) DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN - PUNO".

SOLICITANTE : Bach. LUIS MICHEL SUCA PAMPA

METODO : CURADO CON AGUA-ANEGAMIENTO O INMERSIÓN

FECHA : Martes, 06 de Diciembre de 2016

| N° | DESCRIPCIÓN | N° DE IDENTID. | FECHA MOLDEO | EDAD (días) | FECHA ROTURA | LECTURA DIAL (kg) | AREA (cm ²) | F ^c = (kg/cm ²) | | |
|----|---|----------------|--------------|-------------|--------------|-------------------|-------------------------|--|--------------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | | RESISTENCIA (kg/cm ²) | f _c (kg/cm ²) | RESISTENCIA (%) |
| 1 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 2+650 (Muestra N° 1) | 1 | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 47445.00 | 176.70 | 268.51 | 300 | 89.50% |
| | | 1 | 28/09/2016 | 28 | 26/10/2016 | 47115.00 | 176.70 | 266.64 | 300 | 88.88% |
| 2 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+128 (Muestra N° 2) | 1 | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 46005.00 | 176.70 | 260.36 | 300 | 86.79% |
| | | 1 | 04/10/2016 | 28 | 01/11/2016 | 46900.00 | 176.70 | 265.42 | 300 | 88.47% |
| 3 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL DERECHO PROG. 3+628 (Muestra N° 3) | 1 | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 48035.00 | 176.70 | 271.84 | 300 | 90.61% |
| | | 1 | 13/10/2016 | 28 | 10/11/2016 | 48435.00 | 176.70 | 274.11 | 300 | 91.37% |
| 4 | AV. CIRCUNVALACIÓN CALZADA MARGEN IZQUIERDO CARRIL IZQUIERDO PROG. 3+130 (Muestra N° 4) | 1 | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 48060.00 | 176.70 | 271.99 | 300 | 90.66% |
| | | 1 | 03/11/2016 | 28 | 01/12/2016 | 47075.00 | 176.70 | 266.41 | 300 | 88.80% |

OBSERVACIONES : PROBETAS IDENTIFICADAS POR EL SOLICITANTE, PRUEBA REALIZADA EN PRESENCIA DEL SOLICITANTE

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA
 GERENCIA DE INFRA ESTRUCTURA

Ing. Ricardo Aroni Acero
 CIP. 109836

PLANTA ASFALTO Y LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
 - JULIACA - PUNO -



HOJA TÉCNICA Sika® Antisol® S

Compuesto líquido para el curado de concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Antisol® S es una emulsión líquida que cuando es aplicada con un pulverizador sobre concreto fresco desarrolla una película impermeable y sellante de naturaleza micro cristalina. Asegura una protección perfecta al concreto después que el cemento ha reaccionado positivamente. de gran adherencia y resistencia mecánica para anclajes estructurales.

USOS

Sika® Antisol® S ofrece una protección durable y consistente del concreto fresco contra una evaporación demasiado rápida debido a la acción del sol y viento, por lo tanto previene el desarrollo de fisuras superficiales en la mezcla de cemento en proceso de endurecimiento.

Es especialmente apropiado para el tratamiento de superficies verticales donde la previsión es realizada para la posterior protección de la estructura sin efectos negativos.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Si el Sika® Antisol® S es aplicado correctamente no mancha las superficies. Hace las superficies muy resistentes y compactas debido a que el residuo cristalino del producto cierra todos los poros superficiales del concreto incorporándose en éste. Además, la película no impide la adherencia de tratamientos posteriores o pinturas.

Adicionalmente, se puede caminar (tráfico ligero) sobre las áreas tratadas sólo después de 24 horas.

NORMA Cumple con la Norma U.N.I. 8656 bajo la clase tipo 1.

DATOS BÁSICOS

| | |
|--------------|---------------------|
| FORMA | ASPECTO |
| | Líquido |
| | COLORES |
| | Transparente |
| | PRESENTACIÓN |
| | ▪ Balde x 20 L. |
| | ▪ Cilindro x 200 L. |

| | |
|--------------------------------|--|
| ALMACENAMIENTO | CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Sika® Antisol® S puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C durante 2 años. |
| DATOS TÉCNICOS | DENSIDAD 1.11 kg/L ± 0.01 |
| INFORMACIÓN DEL SISTEMA | |
| DETALLES DE APLICACIÓN | CONSUMO / DOSIS El consumo de Sika® Antisol® S es de 162 cm ³ – 180 cm ³ de producto por m ² de superficie. Haciendo uso de un equipo pulverizador operado por una sola persona, se puede aplicar alrededor de 1000 m ² de superficie en una jornada de 8 horas. |
| MÉTODO DE APLICACIÓN | MODO DE APLICACIÓN Sika® Antisol® S debe ser aplicado puro mediante un equipo pulverizador a una presión aproximada de 1 atmósfera de presión, pulverizándolo directamente en una sola pasada sobre el concreto fresco. La aplicación debe ser realizada después de colocado y acabado el concreto inmediatamente después que el agua superficial haya desaparecido, teniendo cuidado de lograr una película de protección continua y consistente. En el caso de superficies verticales, inmediatamente después de retirar el encofrado las superficies deben ser lavadas con agua limpia y luego el producto debe ser pulverizado en forma uniforme sobre la superficie. DESECHO No arrojar el producto a ríos, canales o al suelo. No arrojar los envases vacíos en el medio ambiente El producto no es tóxico ni inflamable |

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

| | |
|-------------------------------------|---|
| PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN | Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma naturales o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico. |
| OBSERVACIONES | La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe |
| NOTAS LEGALES | La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe . |

Hoja Técnica
Sika® Antisol® S
19.11.14, Edición 10

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“MÉTODOS DE CURADO EN PAVIMENTO RÍGIDO REFORZADO DE LA OBRA “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. CIRCUNVALACIÓN TRAMO (AV. INDEPENDENCIA-AV. HUANCANÉ) DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN-PUNO 2016”

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSION | INDICADORES | TECNICAS E INSTRUMENTOS | VALORACION |
|--|---|---|---|--|--|---|--|
| <p>PROBLEMA GENERAL.</p> <p>¿Cuáles son los efectos de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimentos rígido aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua- anegamiento o inmersión, y aditivo Sika Antisol?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</p> <p>1) ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua-arpillera, en la ciudad de Juliaca.</p> <p>2) ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua- anegamiento o inmersión, en la ciudad de Juliaca.</p> <p>3) ¿Cuál es el efecto de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con aditivo Sika Antisol en la ciudad de Juliaca.</p> | <p>OBJETIVO GENERAL.</p> <p>Determinar los efectos de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua- anegamiento o inmersión, y curado con aditivo Sika Antisol.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</p> <p>1) Determinar el efecto de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua-arpillera.</p> <p>2) Determinar el efecto de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimentos rígidos aplicando el método de curado con agua- anegamiento o inmersión.</p> <p>3) Determinar el efecto de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con aditivo Sika Antisol.</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL.</p> <p>Los efectos de la resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido serán diferentes aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua anegamiento o inmersión, y curado con aditivo Sika Antisol en la ciudad de juliaca.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA.</p> <p>1) La resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua-arpillera, será diferente en comparación al método de curado con agua- anegamiento o inmersión.</p> <p>2) La resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua- anegamiento o inmersión, será diferente en comparación al método de curado con Sika Antisol.</p> <p>3) La resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido aplicando el método de curado con agua - arpillera, será diferente en comparación al método de curado con Sika Antisol.</p> | <p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Método de curado del concreto en pavimento rígido.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Resistencia a la comprensión del concreto en pavimento rígido.</p> | <p>métodos de curado con agua-arpillera</p> <p>métodos de curado con agua- anegamiento o inmersión</p> <p>método de curado con aditivo Sika Antisol</p> <p>incidencia técnica en la calidad del concreto en pavimentos rígidos</p> | <p>Método estándar de prueba de resistencia a la comprensión de probetas cilíndricas de concreto ASTM C- 39</p> <p>Los resultados de las pruebas que se emplean para determinar que el concreto cumpla con el requerimiento de la resistencia de $f'c=300$ Kg/cm² en el pavimentado rígido</p> | <p>ensayos de laboratorio</p> <p>reglamentos, normas y otros</p> <p>especificaciones técnicas</p> <p>contraste de resultados de las pruebas a la resistencia a la comprensión</p> | <p>$f'c = 300$ Kg/cm²</p> <p>pavimentado de calidad en el concreto</p> |

PANEL FOTOGRAFICO



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE OBSERVA LAS DOS TOMAS DE MUESTRAS Y EL PILIDO RESPECTIVO.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE OBSERVA EL LLENADO DE LA TERCERA CAPA CON EL COMPACTADO DE LOS 25 GOLPES VERTICALES.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE MUESTRA LA ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EN EXCESO PARA LOGRAR UNA SUPERFICIE PLANA, SUAVE Y PERPENDICULAR A LA GENERATRIZ DEL CILINDRO.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE OBSERVA LA CULMINACIÓN DE LAS TOMAS DE LAS MUESTRAS.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE OBSERVA RETIRO DE LOS MOLDES ENTRE LAS 18 HORAS DESPUÉS DE MOLDEARLOS.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE MUESTRA LA COLOCACIÓN DE ARPILLERA PARA SU RESPECTIVO CURADO.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE OBSERVA LA PROTECCIÓN DE LA ARPILLERA CONTRA EL VIENTO.



DESCRIPCIÓN: EN LA FOTO SE OBSERVA EL CURADO CON ADITIVO CON ADITIVO SIKA ANTISOL.

