

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Rios Eguizabal, Oscar Cremer

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

Huaraz - Perú

2018

PALABRA CLAVE

Tema	Curadores de concreto, evaporación de agua, resistencia de concreto
Especialidad	Tecnología de concreto

KEYWORDS

Theme	concrete healers, water evaporation, concrete strength.
Specialty	Concrete technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Código	Línea
1.0	Ingeniería
2.0	Ingeniería y Tecnología
2.1	Ingeniería civil

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del
concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

RESUMEN

El propósito de la investigación en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, 2018; fue conocer la influencia del uso de agua del río Llacash para el curado del concreto, también la influencia de compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil vista y Per membrana R), en la resistencia a la compresión y evaporación de agua del concreto para garantizar una obra durable, resistente y libre de grietas, como sustituto de métodos tradicionales de curado, como es el riego de agua.

Dentro de la metodología se determinó el análisis fisicoquímico de agua del río Llacash, luego la diferencia de pesos iniciales y finales de las probetas para determinar la evaporación de agua del concreto, para garantizar su buena hidratación y luego el ensayo a la compresión para determinar la calidad del concreto en el distrito de Jangas.

En la presente investigación se determinó la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curado con agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil vista y Per membrana R) obteniendo los siguientes resultados a los 28 días: curado con agua de río Llacash 91.58%, curado con Kurencrete 50, 107.81 %, curado con Membranil vista 118.84 % y curado con Per membrana R 119.20%. También obteniendo los siguientes resultados de evaporación de agua a las 72 horas: curado con agua de río Llacash $-0.76 \text{ kg/m}^2/\text{h}$, curado con Kurencrete 50, $0.51 \text{ kg/m}^2/\text{h}$, curado con Membranil vista $0.47 \text{ kg/m}^2/\text{h}$ y Per membrana R $0.36 \text{ kg/m}^2/\text{h}$.

ABSTRACT

The purpose of the investigation in the district of Jangas, province of Huaraz, 2018, was to know the influence of the use of water from the Llacash river for the mixing and curing of concrete, as well as the influence of membrane forming compounds (Kurencrete 50, Membranil vista and Per membrane R), in the resistance to the understanding and evaporation of water from the concrete to guarantee a durable, resistant and crack-free work, as a substitute for traditional methods of curing, such as water irrigation.

Within the methodology was determined the physicochemical analysis of water of the Llacash river, then the difference of initial and final weights of the test pieces to determine the water evaporation of the concrete to ensure its good hydration and then the compression test to determine the quality of concrete in the Jangas district.

In the present investigation the concrete strength $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ cured with Llacash river water and the membrane forming compounds (Kurencrete 50, Membranil vista and Per membrane R) were determined obtaining the following results after 28 days: cured with Llacash river water 91.58%, cured with Kurencrete 50, 107.81%, cured with Membranil view 118.84% and cured with Per membrane R 119.20%. Also obtaining the following results of evaporation of water at 72 hours: cured with Llacash river water $-0.76 \text{ kg / m}^2 / \text{h}$, cured with Kurencrete 50, $0.51 \text{ kg / m}^2 / \text{h}$, cured with Membranil view $0.47 \text{ kg / m}^2 / \text{h}$ Per membrane R $0.36 \text{ kg / m}^2 / \text{h}$.

ÍNDICE

Palabra clave – Key Words – Línea de investigación.....	I
Título de la Investigación.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Índice.....	V
Índice de Tablas.....	VI
Tabla de Gráficos.....	VII
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	40
III. Resultados.....	44
IV. Análisis y discusión.....	53
V. conclusiones y recomendaciones.....	56
VI. Referencias bibliográficas.....	59
Anexos y apéndice.....	62
Dedicatoria.....	90
Agradecimiento.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes Químicos del Cemento y Procedencia usual.....	12
Tabla 2 Porcentajes de Óxidos en el Cemento Portland.	12
Tabla 3 Análisis químico de cemento.	15
Tabla 4 Análisis Granulométrico.	17
Tabla 5 Análisis Granulométrico	20
Tabla 6 Requisitos para agua de mezcla.	21
Tabla 7 Variable Dependiente:	38
Tabla 8 Variable Independiente:	38
Tabla 9 Diseño de bloque completo al azar.	41
Tabla 10 Análisis fisicoquímico de agua de rio Llacash.	44
Tabla 11 Cantidad de evaporación de agua de las probetas de concreto (kg/m ²).	45
Tabla 12 Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las cantidades de agua evaporada en las probetas de concreto.....	46
Tabla 13 Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las cantidades de agua evaporada de las probetas de concreto es diferente.....	47
Tabla 14 Prueba de Dunnet para comparar la cantidad de agua evaporada de los tratamientos experimentales con el patrón.	48
Tabla 15 Resistencia a la comprensión de las probetas curadas con agua de río Llacas y compuestos formadores de membrana según tiempo de curado.....	48
Tabla 16 Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de la resistencia a la comprensión de las probetas de concreto.	50
Tabla 17 Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas es diferente.	51

Tabla 18 Prueba de Dunnet para comparar las resistencias de los tratamientos experimentales con el patrón.	52
--	----

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Nomograma para determinar la tasa de evaporación (Menzel 1954; NRMCA 1960).	30
Gráfico 2: Presión de vapor en función de la temperatura y humedad relativa.	30
Gráfico 3: Velocidad de evaporación en función de la velocidad del viento y de la presión de vapor.	31
Gráfico 13: Promedio de resistencia a la compresión del concreto curado con agua de río Llacash y experimentales	49

I. INTRODUCCIÓN

Se abordaron una serie de antecedentes descritos a continuación.

Bolaños, V. (2011), concluye: Los resultados demostraron que el producto de nueva tecnología (zycosil) tiene más capacidad de retención de agua; La pérdida de agua y la resistencia a la compresión fueron menores en las probetas y cilindros que no tuvieron ningún tipo de curado; Los resultados de resistencia a compresión no mostraron diferencias significativas entre los tres productos, pero la resistencia de las probetas no curadas si es definitivamente menor; El hecho de que un buen curado mejore la resistencia y la impermeabilidad de las estructuras en concreto reforzado puede tener un efecto benéfico en la durabilidad; sin embargo, deben efectuarse otro tipo de ensayos para comprobarlo, y puede ser este un tema de análisis e investigación para nuevos estudios; El producto de nueva tecnología que se utilizó en esta investigación no está diseñado para trabajar como curador; sin embargo, los resultados obtenidos en ambos ensayos demuestran que éste compuesto de tecnología nano, tiene una capacidad de retención de agua similar a la presentada por los otros dos compuestos curadores; Del análisis de los resultados, en especial los de pérdida de agua, se desprende la gran importancia que tiene el curado para alcanzar la resistencia e impermeabilidad requeridas.

Corales, S. (2015), concluye: Las membranas de curado A y B le permitieron al concreto de la zona susceptible a la evaporación, tener resistencia aceptable a la edad de 7 días, incluso más altas, de manera significativa, que la resistencia del concreto curado con riego periódico; Una membrana de curado de calidad comprobada, puede permitirle al concreto de la zona externa, mejores influencias, que el riego con agua, cuando se desea altas resistencias iniciales, previo a los 7 días; el riego periódico con agua, le permitió al concreto de la zona expuesta, acelerar la tasa de desarrollo de resistencia, a las edades de 14 y 28 días; La membrana de curado B le permitió al concreto de la zona expuesta, acelerar a tasa de desarrollo de resistencia a los 7,14 y 28 días; Una membrana de curado de calidad comprobada, puede llegar a la eficiencia de métodos comunes como lo es de riego periódico durante los primeros 14 días, sin embargo, ninguno de estos métodos es realmente eficaz, debido a que no le permite al concreto desarrollar la resistencia del diseño $f'c$, en la zona susceptible a la pérdida de humedad; las membranas de curado que contienen resinas,

como sólidos dispersos, no son eficaces cuando están expuestas directamente a la luz solar, ya que se puede llegar a disipar a los 7 días, aunque se comprobó que si tiene capacidad de retención de agua, previo a la disipación; La membrana C, La cual poseía una pigmentación blanca, nunca le permitió al concreto tener resistencia más altas de manera significativa que el concreto que fue curado al aire; no se determinó que las membranas de curado blancas, tuviesen mayor eficiencia que las membranas sin pigmentación. Sin embargo, no se sabe a ciencia cierta se debe a la incapacidad de reflexión solar o a la composición de la membrana blanca utilizada en esta investigación; Para concretos que contienen cemento tipo MP-AR, las membranas de curado o la aplicación de agua de manera periódica 14 días, solo le permiten al concreto de la zona expuesta, acelerar la resistencia a edades previas a los 28 días, en comparación con el concreto que no recibe ningún tratamiento de curado. Pero posterior a los 28 días, el concreto que fue curado al aire tiene tasas de desarrollo de resistencia más altas que el concreto curado con membranas o con riego, y las resistencias tienden a ser iguales; La disminución en la resistencia a la compresión de la zona susceptible a un mal curado con respecto a la zona no susceptible a la evaporación, puede ser de hasta 51.7%; La resistencia a la compresión del concreto en sitio, como un todo, considerando tanto la zona susceptible a un mal curado como la zona interna, la cual es medida usualmente en especímenes extraídos, se puede estimar a edades previas a los 14 días, como el 20% de la resistencia media en cilindros curados de manera estándar, con errores máximos de 2.9%; la resistencia a la compresión de la zona susceptible a la pérdida de humedad a la edad de 14 días, se podría estimar como la resistencia medida en núcleos, extraídos de la estructura, menos 80% de la resistencia medida en cilindros de manera estándar, con errores máximos de 2.9%; Un método de curado no solo le permite al concreto tener mayores resistencias a la compresión, sino que además, e incluso en mayor medida, permite favorecer otras propiedades en el área expuesta, tales como: resistencia al desgaste y protección con agentes externos, que a la postre se traducen en una mayor durabilidad.

Alemán, O. y Montoya J. (2014), concluyen: Se construyeron los cilindros para muestras de concreto según las características deseadas, en este caso concreto para losa y se obtuvo que el revenimiento se encuentra en el rango aceptable; A continuación de esto se pesaron las muestras y se procedió a aplicar las membranas de curado y el curador que no forma membrana (Curamax) según las normas ASTM C 192 Y ASTM C 309. Se observó que la superficie de las muestras presentaban agua de sangrado a como era de esperarse y se procedió a proteger la superficie de las muestras con las membranas una vez disminuida el agua de sangrado; Continuando con el proceso de pesado de las muestras y comparados estos valores con los iniciales se pudo determinar la pérdida de agua en el transcurso del tiempo y esta nos indica que la pérdida no sobrepasa el máximo permitido por las normas estandarizadas que equivale a un valor de 0.55 kg/m²/h, lo que determina que las membranas empleadas y además el Curamax cumplieron de buena manera esta exigencia; En el siguiente proceso para determinar la calidad del concreto después de los métodos de curado empleados, se prosiguió a determinar el desarrollo de la resistencia a la compresión en los periodos de 7, 14, 21 y 28 días a como lo establece la norma ASTM C 309. Los porcentajes obtenidos de aumento de la resistencia sobrepasan el 90% de la resistencia deseada. Con esto podemos concluir que la buena hidratación del concreto se dio aun sin usar agua adicional o curado húmedo; El aumento de la resistencia disminuyó en los siguientes días pero se alcanzó una resistencia total del 120% de la resistencia de diseño, lo que nos indica que el concreto elaborado y curado con los métodos antes descritos es de buena calidad estructural y que el curado aplicado influyó en la manera de retener el agua necesaria para el desarrollo de la resistencia; Con estos resultados obtenidos concluimos que los métodos de curado empleados y los productos como tal influyeron de manera que no se necesitó agregar agua a las muestras para que logaran su resistencia máxima. Esto nos dice que los productos de curado aquí empleados cumplen con las normas de calidad y eficiencia que se exige. Sin embargo es necesario confirmar la respuesta de estos productos en otros lugares de nuestro país donde las condiciones ambientales cambian.

Figuroa, M. (2007), concluye: El efecto del retardador de evaporación sobre el ensayo de pérdida de agua por evaporación es igual tanto para la aplicación de producto a los 30 minutos, como para aplicación de producto después de la exudación. Esto indica que el agua de exudación no afecta en los resultados. Por otro lado, el retardador no ofrece protección suficiente bajo las condiciones anteriormente descritas ya que el valor de la pérdida de agua está muy lejano al indicado por ambas normas; La membrana M1, que es de clase A (soluble en agua) demostró ser afectada por el agua de exudación. Se puede observar que al aplicar el producto a los 30 minutos aparentemente la membrana no se formaba, ya que los resultados son muy parecidos al caso base (sin productos de curado) lo que da a entender que la membrana no se forma cuando hay agua en la superficie. Este resultado era el esperado. Sin embargo, en el caso de aplicación del producto después de la exudación, la membrana M1 tampoco funciona del todo ya que los resultados del ensaye se encuentran muy lejos del valor máximo indicado en la norma ASTM C156; En el caso del conjunto retardador – membrana se puede observar que la ayuda proporcionada por el retardador es casi imperceptible y que finalmente la eficiencia del conjunto dependerá de la eficiencia de la membrana. Una buena membrana funcionará bien con o sin retardador. En el caso de la aplicación de producto antes de que termine la exudación, el retardador presenta cierto efecto positivo pero después de la exudación, el resultado depende principalmente de la membrana; La membrana M2 (a base de resinas) es la que entregó el mejor resultado ya que estuvo prácticamente dentro de los límites establecidos. Las diferencias son mínimas y se pueden atribuir a un número de razones que se comentan más adelante. El momento de aplicación no es relevante para este tipo de membrana lo cual era esperable.

Sánchez, D. (2001) indica que la tolerancia de concentraciones de materia orgánica en el agua de mezcla genera efecto cuando es mayor 20 ppm, causando manchas en el concreto y siendo menor resistencia a la compresión.

De acuerdo a lo revisado en los antecedentes se justifica la presente investigación en los aspectos social y del conocimiento.

El desarrollo de las actividades mineras de la mina Pierina ha provocado una mayor contaminación en agua dulce, por el incumplimiento de la normatividad ambiental nacional actual, debido a carencia de planes, programas y limitada participación de la comunidad, generando escasez de agua en el distrito de Jangas para el consumo humano, amasado y curado del concreto.

Según lo expuesto, la importancia del desarrollo del presente estudio es analizar las propiedades fisicoquímicas del agua de río Llacash para el curado del concreto según la NTP 339.088, también analizar la influencia de compuestos formadores de membrana en el curado del concreto según la norma ASTM C – 156 en el dicho distrito.

La presente investigación se fundamenta en la teoría de la tecnología del concreto, en NTP y ASTM vigentes, para medir la resistencia y evaporación de agua del concreto expuesto en agua del río Llacash y los compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil vista y Per membrana R).

Mediante la presente investigación se busca medir la resistencia y evaporación de agua que tiene el concreto expuesto a las aguas de río Llacash y a los curadores formadores de membrana, esto ayudará a contribuir activamente para el desarrollo del distrito de Jangas, siendo una solución frente a la escasez de calidad de agua para el curado del concreto. También implementar conocimientos que beneficien a la sociedad para un buen proceso constructivo en el distrito de Jangas.

La problemática de la presente investigación se manifiesta en las siguientes líneas:

En los últimos años la industria minera se ha expandido grandemente en el Perú, generando un crecimiento poblacional en el ámbito de la construcción. Este incremento de la explotación de nuestros recursos naturales ha producido un desmejoramiento de la calidad de agua para consumo humano, para amasado y curado del concreto en áreas vecinas a las minas.

En el distrito de Jangas, en la actualidad, está cada vez más amenazada la calidad de agua debido a la ubicación geográfica e hidrológica en el área de influencia de la mina Pierina. La contaminación de dicha mina ya afectó a muchas pequeñas filtraciones de agua dulce y ríos, dejando no aptos para el consumo humano por la falta de precisión o aplicabilidad de la legislación ambiental en centros poblados del distrito mencionado.

En los últimos años el distrito de Jangas vive enormes cambios sociales y económicos, como también escasez de agua para consumo humano y curado de concreto debido la contaminación de la mina Pierina. En presente una parte del distrito de Jangas ya se abastece de agua a través de camión cisterna para consumo humano y para la construcción de obras de concreto. El crecimiento económico en dicho distrito da un avance de mejoramiento de pistas, veredas de concreto y construcciones de viviendas de albañilería confinada, estos generan una cantidad mayor de agua destinada para el amasado y curado del concreto, sin embargo este distrito no cuenta con suficiente cantidad y calidad de agua debido a la contaminación minera.

Existe una necesidad urgente de que el distrito de Jangas ya sea sector público y privado, se una para asumir el reto de analizar el agua para el mezclado y curado del concreto; también para investigar el sistema de curado, para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto utilizado en diferentes obras civiles.

Por ello se plantea una alternativa utilizando el agua del río Llacash para el amasado y curado del concreto; también se plantea un sistema de curado con compuestos formadores de membrana para brindar al concreto las condiciones adecuadas de humedad y temperatura para el desarrollo de sus propiedades potenciales acordes con su composición y características, así alcanzar la vida útil de cada estructura.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación.

¿Cuál es la resistencia a la compresión y la evaporación de agua de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se aplica un curado con compuestos formadores de membrana frente a un concreto curado con aguas de río Llacash?

Además se consultó una serie de fundamentaciones científicas, que cuentan con definiciones que complementan esta investigación:

Concreto:

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. Pasquel, C. (1998).

Concreto = cemento portland + agregados + aire + agua+ aditivo

Componentes del Concreto

La tecnología del concreto define para este material cuatro componentes; cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Las proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes del concreto son:

Aire = 1 a 3 %

Cemento = 7 a 15 %

Agua = 15 a 22 %

Agregados = 60 a 75 %

Cemento: Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes.

Agua: Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

Agregados: Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente que no perturban ni afectan el proceso de

endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida.

Aditivos: Se utilizan como ingredientes del concreto y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción.

Las operaciones en la producción del concreto variarán de acuerdo con el género de la obra que lo requiere y con el tipo de concreto que se produzcan.

Las etapas principales para la producción de un buen concreto son: Dosificación, mezclado, transporte, colocación, consolidación y curado.

Tipos de Concreto

Concreto simple: Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.

Concreto simple = cemento + agregado fino + agregado grueso + agua

Concreto armado: Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

Concreto armado = concreto simple + armaduras

Concreto estructural: Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima preestablecida en el diseño y una durabilidad adecuada.

Concreto ciclópeo: Se denomina así al concreto simple que está complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

Concreto ciclópeo = concreto simple + piedra desplazadora

Concretos livianos: Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m³.

Concretos normales: Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de 2300 a 2500 Kg/m³. Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 g/m³.

Concretos pesados: Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 a 6000 kg/m³.

La aplicación principal de los concretos pesados la constituye la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares. También se utiliza en paredes de bóveda y cajas fuertes, en pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos radiactivos.

Concreto premezclado: Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

Concreto prefabricado: Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.

Concreto bombeado: Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final".

Propiedades de Concreto

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

Consistencia: Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

Durabilidad: El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio.

Impermeabilidad: Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

Resistencia: Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

Estados del Concreto

Estado fresco: Al principio el concreto parece una masa. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas. Y así se conserva durante la colocación y la compactación. Las propiedades más importantes del concreto fresco son la trabajabilidad y la cohesividad.

Estado fraguado: Después, el concreto empieza a ponerse rígido. Cuando ya no está blando, se conoce como fraguado del concreto. El fraguado tiene lugar después de la compactación y durante el acabado.

Estado endurecido: Después de que concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad.

Elaboración de un Concreto y Diseño de Mezcla.

Cemento.

El cemento Portland se define en la forma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual del sulfato de calcio.

Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan de 1% en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker (Rivva, E. 2000).

Gonzales (1987), sostiene que el cemento es un producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual del sulfato de calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan el 1 % en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante.

Composición Química.

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 1*Componentes Químicos del Cemento y Procedencia usual.*

%	componente químico	Procedencia usual
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO_2)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe_2O_3)	Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo Y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel.

Los porcentajes típicos en que intervienen los óxidos mencionados en el cemento Portland son:

Tabla 2*Porcentajes de Óxidos en el Cemento Portland.*

Compuesto	Porcentaje	Nombre
CaO	61 % - 67 %	Oxido de Calcio
SiO_2	20 % - 27 %	Oxido de Silicio
Al_2O_3	4 % - 7 %	Oxido de Aluminio
Fe_2O_3	2 % - 4 %	Oxido de Fierro
SO_3	1 % - 3 %	Óxido de Azufre
MgO	1 % - 5 %	Oxido de Magnesio
K_2O y Na_2O	0.25 % - 1.5 %	Álcalis

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel.

Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.

Aluminio- ferrito tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Tipos de Cemento Portland.

Rivera (2010), sostiene que los Cementos Portland por lo general, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de las especificaciones ASTM de normas para Cemento Portland (C-150). Los tipos se distinguen según los requisitos tanto físicos como químicos.

Tipo I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros cuatro 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: Es el cemento del cual se requiere 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 álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

Características Físicas del Cemento.

Peso Específico

El peso específico del cemento corresponde al material al estado compactado. Su valor suele variar, para los cementos Portland normales, entre 3.0 y 3.2. Las Normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.15, en el Perú se considera un valor del orden de 2.97 para los cementos tipo

IP e IPM. Su determinación es particularmente necesaria en relación con el control y diseño de las mezclas de concreto. Se siguen las recomendaciones de la Norma ASTM C 188.

Fineza

La Fineza de un cemento es función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cual es definida como el área superficial total, expresada en cm^2 , de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento.

Tipo de Cemento a Utilizar.

La elección del cemento Portland a ser empleado en la preparación de concretos es muy importante.

Las diferentes marcas y tipos tendrán distintas características de desarrollo de resistencia debido a variaciones en su composición y en su finura, dentro de los límites que permite la Norma ASTM C 150.

El cemento empleado por la presente tesis es el Cemento Portland sol Tipo I.

Cemento portland sol tipo I

Característica

Cemento Portland Tipo I.

Cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334. 009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Producto obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

Ofrece un fraguado controlado.

Buen desarrollo de resistencias a la compresión a temprana edad.

Análisis Químico

Tabla 3*Análisis químico de cemento.*

SiO ₂	Dióxido de Sílice	20.11 %
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio	5.82 %
Fe ₂ O ₃	Oxido de Hierro	3.03 %
CaO	Oxido de Calcio	63.76 %
MgO	Oxido de Magnesio	2.8 %
SO ₃	Trióxido de Azufre	2.6 %
K ₂ O	Oxido de Potasio	0.87 %
Na ₂ O	Oxido de Sodio	0.12 %
P.I.	Perdida por Ignición	0.8 %
Total		99.91 %
CaO Libre	Cal Libre	0.57 %
Álcalis Totales		0.69 %
Insoluble		

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel.

Agregados.

Agregado Fino.

El agregado fino consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndose como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la malla de 3/8" y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado fino utilizado para el diseño de mezcla del concreto en la presente investigación, proviene de la Cantera "Tacllan", ubicada en la provincia de Huaraz-Ancash. Esta cantera está compuesta por arena gruesa e intercalada con arenas eólicas.

Propiedades Físicas.

El agregado fino a utilizarse en el concreto debe cumplir ciertos requisitos mínimos de calidad según las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas.

La determinación de estos requisitos denominadas propiedades físicas nos permitirá obtener valores que serán utilizados para los diseños de mezclas de concreto a estudiar. Las propiedades físicas a determinar son: Peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, contenido de humedad y absorción.

Peso Unitario

El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³.

El peso unitario depende de ciertas condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, así como el contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación impuesto, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc.

Peso Específico.

El Peso Específico, es la relación entre el peso del material y su volumen, su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Es necesario tener este valor para realizar la dosificación de la mezcla y también para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Contenido de Humedad.

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje), la cantidad de agua en el concreto varía.

También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 horas), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

Absorción.

Es la capacidad del agregado fino de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 horas), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Granulometría.

En relación con su granulometría, el agregado fino deberá de estar graduado dentro de los límites indicados en las normas NTP 400.037 o ASTM C 33, los cuales se indican en la tabla N° 04, adicionalmente se tendrá en consideración lo siguiente:

El agregado fino deberá tener una granulometría preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie de Tyler.

El agregado fino no deberá tener más del 45% retenido en los dos tamices consecutivos, y su módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. El módulo de fineza se mantendrá dentro de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto.

Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la tabla N° 04.

Tabla 4
Análisis Granulométrico.

Malla		% que Pasa
3/8"	9.50 mm	100
N° 4	4.75 mm	95 – 100
N° 8	2.36 mm	80 – 100
N° 16	1.18 mm	50 – 85
N° 30	0.60 mm	25 – 60
N° 50	0.30 mm	5 – 30
N° 100	0.15 mm	0 – 10
N° 200	0.08 mm	0 – 5

Fuente: Norma NTP 400.037 O ASTM C 33.

Módulo de Finura.

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra de arena, se usa para controlar la uniformidad de los agregados. La norma establece que la arena debe tener un Módulo de Fineza no menos a 2.35 ni mayor a 3.15.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100.

Superficie Específica.

Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las partículas. Material más fino que pasa la malla N° 200.

Consiste en determinar la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado, en forma de revenimiento superficial o en forma de partículas sueltas. El material muy fino, constituido por arcilla y limo, se presenta recubriendo el agregado grueso, o mezclando con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla.

Agregado grueso.

El agregado grueso es el retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositados en forma natural.

El agregado grueso utilizado para el diseño de mezcla del concreto en la presente investigación proviene de la Cantera “Tacllan” Huaraz- Ancash.

Propiedades Físicas

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las Normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia en compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

Los agregados gruesos deben satisfacer los requerimientos mínimos que especifican las normas de control, siendo de vital importancia que sus propiedades físicas mantengan el margen de los límites pre establecidos en dichas normas de calidad.

Peso Unitario

El peso unitario del agregado, es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Los valores para agregados normales varían entre 1500 y 1700 kg/m³. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados, y en caso de proporcionarse el concreto por volumen. Se determinan dos pesos unitarios. Peso unitario compactado (PUC) y el peso unitario suelto (PUS).

Peso Específico

Esta propiedad es un indicador de la calidad del agregado; valores altos entre 2.5 a 2.8, corresponden a agregados de buena calidad, mientras que valores que el menor indicado son de mala calidad (porosos, débiles y absolutamente con mayor cantidad de agua, etc.).

Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso.

Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua del concreto varía. También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado en horno (24 horas), dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

Absorción

Es la capacidad el agregado grueso de absorber agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/ cemento. También se define como la diferencia en el peso del material superficialmente seco y el peso del material secado en horno (24 horas), todo dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Granulometría

La Granulometría se refiere a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados se designan por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

Las Normas Nacionales especifican la granulometría de los agregados gruesos en 10 series, que son similares a las normas ASTM. El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma, indicados en la siguiente tabla.

Tabla 5
Análisis Granulométrico

Malla (pulg)	Límites % que pasa ASTM C33	
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-	-
3/8"	20	55
N° 4	0	10
N° 8	0	5

Fuente: Norma NTP 400.037 O ASTM C 33.

Tamaño Máximo: El tamaño máximo del agregado para la elaboración de concreto.

Tamaño Máximo Nominal: Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada.

Módulo de Finura

Es un índice aproximado y representa el tamaño promedio de las partículas de la muestra, se usa para controlar la uniformidad de los agregados.

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, dividido entre 100.

Superficie: Es la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por una unidad de peso, para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

Agua Para Concreto

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y del desarrollo de sus propiedades (curado). Por lo tanto, debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su

función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tienen ciertas sustancias que puedan dañar al concreto. Debe cumplir con las normas ASTM.

Está prohibido el uso de aguas acidas, calcáreas, minerales; aguas provenientes de minas, aguas que contengan residuos industriales, agua con contenido de sulfatos mayores al 1%, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, agua que contenga azúcares o sus derivados.

Igualmente, aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas.

Tabla 6
Requisitos para agua de mezcla.

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 ppm.
Materias orgánicas	3 ppm.
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm.
Sulfato (ion SO ₄)	600 ppm.
Cloruros (ion Cl)	1000 ppm.
pH	5 a 8 ppm.

Fuente: NTP 339.088.

Compuestos Formadores de Membrana.

Los compuestos líquidos formadores de membranas a base de parafinas, resinas, hules (gomas) coloradas y otros materiales se pueden usar para impedir o reducir la evaporación de la humedad del concreto. En países desarrollados, es el método más práctico y más ampliamente utilizado para el curado no sólo de concretos recién colocados, sino también para prolongar el curado hasta después de la remoción de la cimbra (encofrado) o después del curado húmedo inicial.

Sin embargo, los métodos más eficientes de curado son las cubiertas húmedas o el rociado de agua, los cuales mantienen el concreto continuamente mojado. Los compuestos de curado deben ser capaces de conservar la humedad relativa de la superficie del concreto superior a los 80% por siete días, para sostener la hidratación del cemento.

Los compuestos formadores de película son, en general, de dos tipos: Transparentes o translúcidos y pigmentados de blanco.

Los compuestos de curado se deben aplicar inmediatamente después del acabado final del concreto, a través de equipos rociadores operados manualmente por propulsión mecánica.

Kurencrete 50.

Kurencrete 50, es una emulsión líquida color blanco para mejorar el curado del concreto. Pulverizado sobre la superficie de concreto fresco, seca rápidamente dejando adherida una película continua, flexible y de color blanquecino, que actúa como una barrera contra la evaporación brusca del agua del concreto y repele el calor solar. Asegura una protección perfecta al concreto después que el cemento ha reaccionado positivamente.

Ventajas y Beneficios.

Con el Kurencrete 50, garantiza el desarrollo de resistencia mecánica del concreto, una vez que este haya fraguado.

Se utiliza en toda obra donde sea necesario curar bien el concreto. Su empleo es fundamental en concretos de gran superficie, como pavimentos, pistas de aeropuertos, soleras de canales, losas en general, carpetas de puentes, obras hidráulicas, etc.

Reduce la creación de fisuras por secado y retracción del concreto.

Protege el concreto en climas secos y calurosos.

Colabora en el desarrollo de mayores resistencias mecánicas en el concreto.

Permite el desarrollo de una resistencia inicial continua, a la vez de alcanzar una resistencia excelente en el largo plazo.

El producto no es tóxico ni inflamable.

Forma de Aplicación.

Los compuestos para ayudar en el proceso de curado se deben aplicar tan pronto haya desaparecido el agua libre existente en la superficie del concreto fresco, y dependiendo del clima y del tipo de concreto.

Datos Técnicos

Estado físico: Líquido.

Color: Blanco.

Norma: ASTM C 309-81 (compuesto tipo dos, clase A).

Rendimiento

Kurencrete 50, se aplican mediante la utilización de un pulverizador, en forma pareja y homogénea para distribuirlo adecuadamente sobre la superficie. Se aconseja hacer la aplicación en dos pasadas, una en sentido cruzado respecto de la otra, hasta completar la cantidad de un litro de producto para cinco metros cuadrados de superficie. En caso de concretos endurecidos bajo el encofrado, se emplea igualmente. Para ello se aconseja remojar bien el concreto y una vez desaparecida el agua superficial se rocía. Es necesario lavar bien el equipo utilizado para la aspersion con abundante agua.

Membranil Vista.

Curador transparente tipo membrana, producto adecuado a las especificaciones ASTM 309 Clase A, que con una sola aplicación producirá una membrana, que retendrá el 95% del agua del concreto por 7 días siendo una alternativa al curado tradicional que se realiza durante 7 días con agua. Es un líquido transparente y fluido pero con la densidad suficiente para adherirse a elementos de concreto caravista horizontales, verticales e inclinados. Es una formulación especial para hacer resaltar las características del concreto expuesto o caravista sin ocasionar manchas ni decoloración.

Ventajas.

Económico: De fácil aplicación, se recomienda no exceder de 12 - 14 m por galón, que dará una membrana entre 0.25 ó 0.33 mm. de espesor que lo recomendado por la especificación ASTM-309.

Bajo costo de mano de obra: Se aplica rápidamente con pulverizador y no se necesita mano de obra especializada. Se recomienda aplicarlo dos capas siendo la segunda perpendicular a la primera.

No es agresivo: No obstruye boquillas ni mangueras cuando se usa equipo mecánico.

Uniformidad garantizada: Por nuestro control de calidad en su producción y componentes usados.

Elimina el descascaramiento, fisuras y polvillo: Causados cuando se seca prematuramente la superficie de la losa o elemento.

Sellador efectivo: Que produce una retención del 95% del agua del concreto y evita que el polvo se pegue a las estructuras tratadas.

No produce decoloración, ni mancha el concreto.

No es inflamable.

Después del Membranil vista se puede aplicar: Cualquier tipo de pintura o recubrimiento, pero se recomienda eliminar primero la membrana con agua y escobillón.

La membrana que forma permite: Desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.

Usos.

Tanto en las losas como en columnas, vigas y placas así como cualquier elemento de concreto donde se necesita retener el 95% del agua del concreto durante 7 días.

Preparación y Aplicación del Producto.

Agítese bien antes de usar. Aplíquelo con pulverizador o fumigador sobre toda la superficie por razones de economía, eficiencia, uniformidad y rapidez. El momento ideal para aplicarlo es inmediatamente después que haya desaparecido la exudación de la superficie o después de haber desencofrado.

Rendimiento.

De 12 – 14 m² por galón que dará una membrana entre 0.25 ó 0.33 mm de espesor.

Per Membrana R.

Per Membrana R es un compuesto líquido color blanco momentáneo, blanco y rojo a base de resina acrílica reforzada para curado de concreto fresco. Su aplicación forma una película impermeable y sellante que retiene la evaporación del agua al máximo y permite lograr las resistencias diseñadas, además es especial cuando esta pigmentado en color blanco o rojo porque guía al operario en su perfecta aplicación y refracta los rayos del sol. Es especial para climas de extremo calor o frío y como sellador de concreto.

Retención de agua: Mayor al 95% a los 7 días de fraguado.

Usos

Especial cuando se necesita curar y sellar grandes áreas de concreto porque es muy económico. Se utiliza en obras donde sea necesario curar muy bien el concreto y prevenir el fisuramiento superficial. Su empleo es fundamental en concretos expuestos como pavimentos, pistas, canales, obras hidráulicas, pisos industriales, muros, columnas, placas, losas y concretos en general. Especial para todo tipo de clima.

Ventajas

Viene listo para aplicar.

Cura, endurece y evita que se pegue el polvo en concreto seco.

No mancha el concreto.

Especial para todo tipo de clima.

No mancha el concreto.

Evita el evaporamiento del agua del concreto.

Elimina poros en la superficie causados por oclusión de aire y agua.

Reduce la fisuración superficial por secado y retracción plástica.

Su pigmento blanco protege al concreto de los rayos solares.

Protege el concreto de la acción del viento y polvo.

Por la membrana que forma aumenta las resistencias mecánicas incluso a la abrasión del concreto.

Permite una excelente hidratación del concreto.

Desaparece la película blanca después de 5 minutos de aplicado en el caso de solicitarlo transparente.

Muy económico por su gran rendimiento y fácil de aplicar.

Se aplica con mochila pulverizadora.

La película que forma no impide la adherencia de tratamientos posteriores o pinturas.

A las 24 horas de aplicado resiste tráfico ligero (caminar).

No se evapora.

Aplicación

Debe ser aplicado puro mediante un equipo pulverizador manual o mecánico. Se aplica directamente sobre el concreto fresco. Se utiliza en un lapso de ½ hora a 2 horas de vaciado el concreto dependiendo del clima y del tipo de concreto. Se debe colocar el curador una vez haya desaparecido el agua libre exudada en la superficie del concreto fresco. En caso de superficies verticales aplicar inmediatamente después de retirar el encofrado, previo rociado de agua (opcional). Aplicar una sola vez en forma continua y consistente.

Datos técnicos

Estado físico: Líquido

Color: Blanco

Norma: ASTM C 309 (compuesto tipo (1,1D, 2), clase A).

Rendimiento

Se recomienda usar Per Membrana R en un rango entre 20 y 30 m²/gal. Para superficies o encofrados de buena calidad es decir poco porosos.

Rio Llacash.

El rio Llacash está ubicado en quebrada Cuncashca, distrito de Jangas y en la zona de la influencia de la compañía minera Barrick Misquichilca – Pierina que está ubicado en el flanco oriental de la cordillera negra a 10 kilómetros al NW de la ciudad de Huaraz; al este del rio se aprecia el callejón de Huaylas, el rio Santa y los glaciares de la cordillera blanca.



Imagen 1: Mapa del Perú.

Fuente: Perú - (Template).svg



Imagen 2: Mapa de Ancash.

Fuente: Copyright 2005
Gualberto Valderrama C.

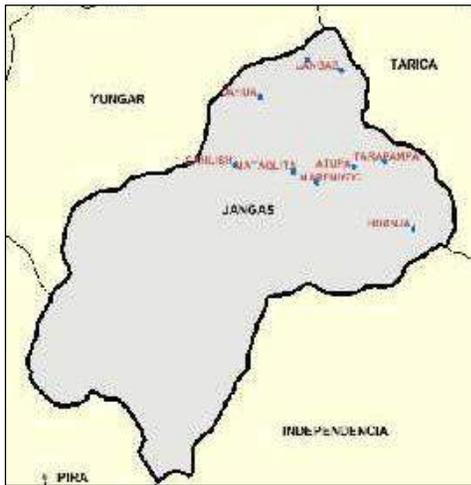


Imagen 3: Mapa de Jangas.

Fuente: <https://es.slideshare.net/charly0101/visor-docs-22875852>

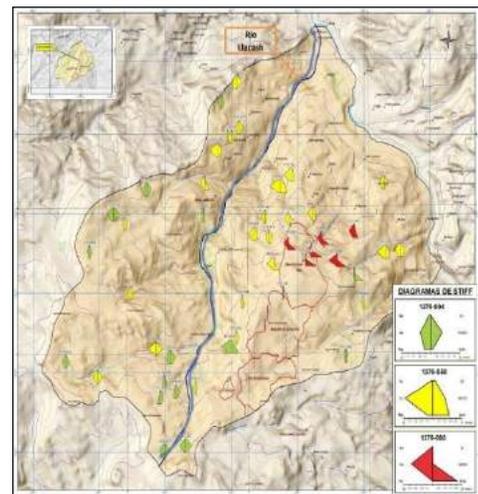


Imagen 4: Mapa de rio Llacash

Fuente: perumin

Mecánica del Curado.

Un curado adecuado es vital para producir un concreto sano estructuralmente y para prevenir también un deterioro temprano. Para tener un curado adecuado se debe retener suficiente humedad por un tiempo determinado para que el proceso suceda en forma apropiada

Desde que los componentes se unen mediante el proceso de mezclado hasta que adquiere sus propiedades definitivas, el concreto pasa por varias fases o etapas bien marcadas que permiten diferenciar también los requerimientos de curado para cada una de ellas. Puede ser necesario entonces, implementar los cuidados para evitar la evaporación prematura del agua de la mezcla desde el mismo momento de su transporte al sitio de colocación, durante la misma y continuarlos durante el fraguado y el desarrollo de resistencia. Para cada una de esas etapas puede ser necesario implementar medidas de curado distintas.

Esto permite llegar a una primera conclusión: No todas las estructuras se curan igual. Así que el curado de una estructura de concreto reforzado, en un lugar definido, bajo unas condiciones ambientales reinantes específicas, con el tipo de material a emplear (tipo de cemento, relación A/C) y con unas especificaciones del calculista estructural en cuanto a resistencia (forma como debe evolucionar, nivel máximo a alcanzar) y durabilidad (vida útil requerida, grado de permeabilidad, resistencia al ingreso de sustancias dañinas, máxima amplitud de fisura) , factores que deben considerarse en el diseño del concreto.

Incluso, si la estructura va a recibir un recubrimiento especial (pintura, recubrimiento epóxico) o se va a enchapar, puede ser necesario estudiar la conveniencia de usar curadores que dejen residuos sobre la superficie que impidan la adherencia de posteriores recubrimientos, o definir el método que se va a emplear para retirarlos.

Factores que Afectan el Curado.

Evidentemente, la evaporación del agua es el factor más determinante en el curado del concreto. Tanto las condiciones del medio ambiente como las características propias de la estructura de concreto influyen en la cantidad de agua que se pierde por evaporación.

La tasa de evaporación depende principalmente de:

La temperatura del aire.

La temperatura del concreto.

Régimen de vientos del sitio donde se trabaja.

La humedad relativa de la zona donde se trabaja.

La radiación solar del lugar de trabajo del concreto.

Una combinación adversa de estos factores puede aumentar considerablemente la evaporación de agua desde la superficie de concreto, generando en consecuencia el riesgo de formación de fisuras.

Con ayuda de un nomograma representado en el gráfico uno y conociendo los factores anteriormente mencionados se puede determinar la tasa de evaporación de agua desde una superficie.

Si la tasa de evaporación es mayor que 1.0 kg/m²/horas, es necesario tomar medidas adicionales al curado para evitar la aparición de fisuras en la superficie; pero si la tasa de evaporación arroja un resultado superior a 0.5 kg/m²/horas se debe evaluar si se toman o no medidas adicionales en el curado. Estas medidas deben ayudar a controlar la acción de la influencia de los factores ambientales para poder obtener tasas de evaporación menores.

La diferencia de presiones entre el vapor de agua de la superficie de concreto y el vapor de agua en el aire sobre el concreto da como resultado el principal agente en la evaporación de agua. Se genera una relación directamente proporcional en la afirmación anterior, ya que cuando aumenta la temperatura del concreto, o cuando los rayos solares calientan la superficie, la presión de vapor se incrementa. El gráfico dos ilustra la relación entre la humedad relativa, la temperatura y la presión de vapor.

La relación que existe entre la humedad del aire y la tasa de evaporación es inversamente proporcional, ya que la baja humedad del aire hace que la tasa de evaporación crezca. El viento por su parte remueve el vapor de agua sobre la superficie del concreto a medida que se presenta la evaporación. La relación entre la velocidad del viento y la evaporación es directamente proporcional, porque cuando la velocidad del viento baja la tasa de evaporación disminuye.

Esta relación entre: la velocidad del viento, la presión de vapor, y la tasa de evaporación se puede observar en el gráfico tres

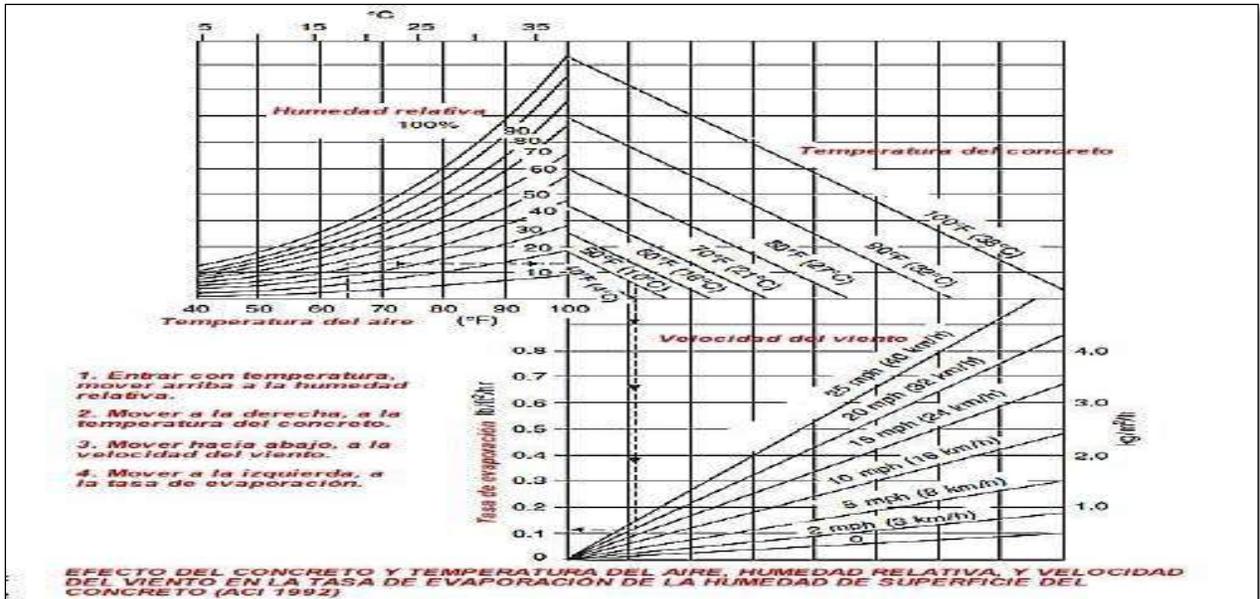


Gráfico 1: Nomograma para determinar la tasa de evaporación (Menzel 1954; NRMCA 1960).

Fuente: Menzel 1954; NRMCA 1960.

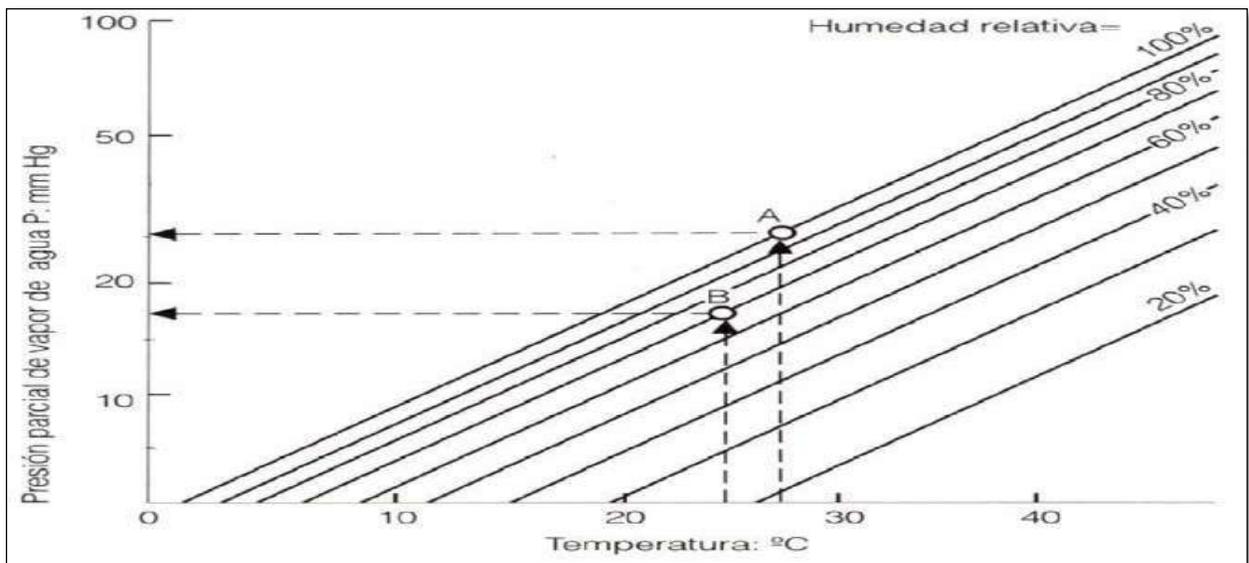


Gráfico 2: Presión de vapor en función de la temperatura y humedad relativa.

Fuente: Menzel 1954; NRMCA 1960.

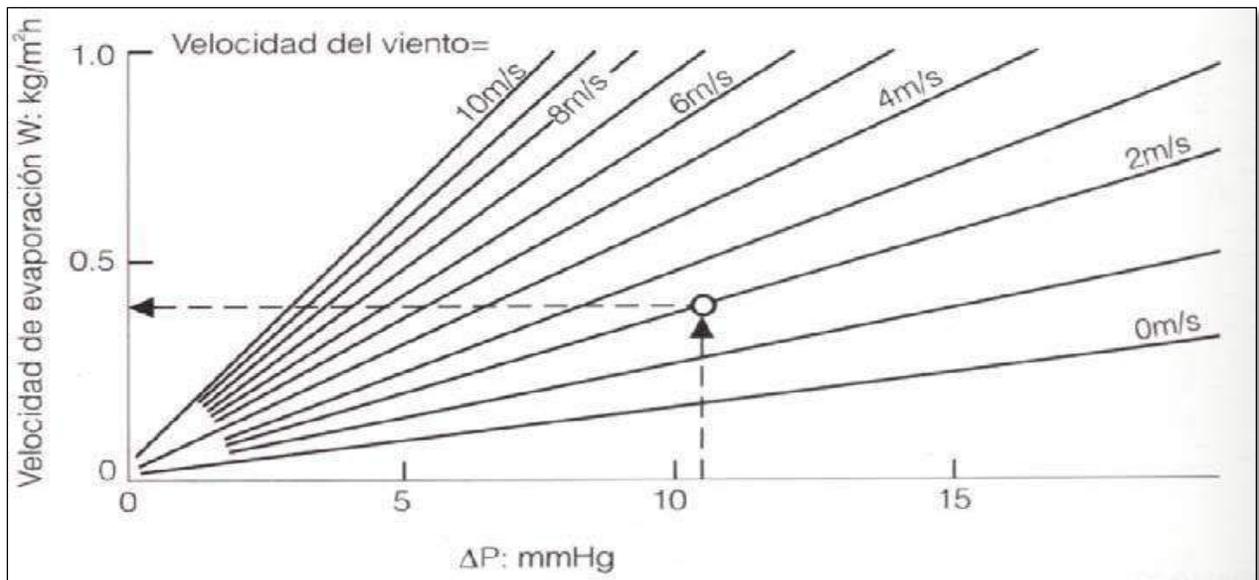


Gráfico 3: *Velocidad de evaporación en función de la velocidad del viento y de la presión de vapor.*

Fuente: Menzel 1954; NRMCA 1960.

Aunque el concreto es un material de alta duración, se puede deteriorar y llegar a la falla por un sin número de factores que lo pueden afectar. Estos factores son: La durabilidad y la resistencia.

La durabilidad de una estructura de concreto se refiere a la habilidad para resistir el uso conservando las propiedades para las que fue diseñada a través de su vida de servicio.

Y, la resistencia es la capacidad que tiene el concreto de soportar esfuerzos de diferentes tipos y magnitudes. Puesto que la ganancia de resistencia es mucho más rápida en los primeros días, es importante que el curado se realice con especial atención en las edades tempranas de endurecimiento.

Factores que Inciden en la Resistencia

Tipo y cantidad de cemento.

Relación A/C.

Características de los agregados.

Tamaño máximo de agregado.

Agua y aditivos.

Condiciones de tiempo y temperatura durante el proceso de fraguado.

Curado del concreto.

Factores que Inciden en la Durabilidad.

La permeabilidad causa efectos adversos a la durabilidad debido a que la saturación del concreto por agua se asocia con la vulnerabilidad a la congelación.

Permeabilidad del concreto

Relación A/C.

Curado.

Agua de mezcla.

Finura del cemento.

Granulometría.

Condiciones ambientales de la obra: velocidad del viento, humedad relativa, temperatura.

Aditivos.

En cualquier obra, el concreto está expuesto a diferentes cambios de temperatura, a la acción de la lluvia y el viento, a la acción de humedecimiento y secado, que generan una desintegración del concreto, lo cual lo lleva a disminuir su vida útil.

Resistencia a la intemperización.

Relación A/C baja y un mínimo contenido de agua.

Agregados bien gradados.

Una mezcla de consistencia plástica.

Concreto homogéneo.

Un curado adecuado.

Contenido óptimo de aire incorporado.

Resistencia a los agregados reactivos.

Resistencia al ataque de sulfatos.

Resistencia al ataque de ácidos.

De acuerdo con Bruce A. Suprenant. “Un concreto pobremente curado empieza su vida con un defecto que puede ser fatal”. Los vacíos llenos de agua, en vez de llenarse con cemento hidratado, permanecerán vacíos después de evaporada el agua de mezcla.

Factores que Determinan un Buen Curado.

1. Contenido satisfactorio de humedad.
2. Temperatura adecuada Y, tiempo de curado.

Métodos y Materiales para el Curado.

Existen varios materiales y procedimientos disponibles para emplearse en diferentes condiciones y tipos de concretos, y de hecho hablar del más efectivo es muy relativo puesto que en algunas circunstancias un método determinado puede ser el más adecuado pero si se aplica a otra obra en condiciones totalmente diferentes los resultados pueden varias.

De acuerdo con el Comité ACI 308, los métodos de curado del concreto pueden ser clasificados en dos categorías: la primera agrupa a las técnicas que se basan en la adición de agua, proporcionando agua o humedad al concreto de manera constante o frecuente; la segunda categoría contempla los métodos basados en la retención del agua contenida en el concreto, los cuales previenen las temperaturas excesivas y la pérdida de agua mediante materiales que sellan la superficie.

1. Tratamientos húmedos.

Película plástica.

Papel impermeable.

Membranas de curado.

2. Tratamientos para evitar la excesiva pérdida de humedad en la superficie del concreto.

Saturamiento o inmersión.

Rocíos o riegos de agua.

Cubiertas de material absorbente.

Tierra.

Arena y aserrín.

Paja o heno.

Curado con vapor.

En las obras peruanas se acostumbra a curar el concreto con agua, a cubrirlos con materiales absorbentes, con películas de plástico y/o con compuestos curadores.

Por esa razón esta investigación pretende estudiar los métodos más utilizados en nuestro medio.

Curado con agua.

Mediante el Empleo de Rociadores Aspersores:

Con este método se consiguen buenos resultados y es fácil de ejecutar. Tiene el inconveniente que la intermitencia o la aplicación ocasional, puede conducir a un curado deficiente.

El agua para curado del concreto debe estar libre de contaminantes. En general se puede usar agua potable y en general agua que cumpla la norma de agua de amasado para concreto (ASTM C-59), El agua de curado no debe estar a una temperatura tal que cree al aplicarla un choque térmico al concreto, pues puede afectarlo.

Materiales Sellantes

Película de Plástico:

Son livianas y se extienden fácilmente en superficies horizontales; en elementos verticales es más complicada su utilización. La película de plástico debe tener un espesor mínimo de 0.1 mm. Se usan generalmente plásticos blancos, transparentes y negros. Los primeros reflejan los rayos del sol mientras protegen, son útiles, como los transparentes, en clima cálido. El plástico negro absorbe calor de los rayos del sol y calienta la pieza estructural, por tal razón es útil para generar un curado adecuado del concreto a bajas temperaturas o acelerar resistencias aprovechando la radiación solar.

Cuando se precisa un excelente acabado del concreto, como en el caso del concreto arquitectónico, el empleo de películas plásticas para el curado puede dar como resultado la aparición de manchas en el concreto debidas a la distribución no homogénea del agua y al movimiento de sustancias solubles en la superficie.

Compuestos Curadores

Los compuestos líquidos de curado que forman membranas deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 309.

Entre las materias primas que normalmente se usan en la fabricación de compuestos de curados se pueden citar: ceras, resinas, caucho clorado y disolventes altamente volátiles.

Dichos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados; además, no deben reaccionar con la pasta de cemento.

Normalmente se le adiciona un pigmento (blanco, gris, rojo) a dichos compuestos de curado, con el fin de provocar la reflexión de los rayos solares; además, el pigmento hace visible el compuesto al operario, facilitándole el control de cubrimiento.

Los compuestos que forman membrana normalmente se aplican con fumigadora manual o rociadores mecánicos. Se recomienda aplicarlos en dos capas, la segunda de las cuales debe aplicarse en sentido perpendicular a la primera para garantizar uniformidad en el sello.

El momento óptimo para la aplicación de los compuestos líquidos es aquel en el cuál se observa que ha desaparecido agua libre de la superficie del concreto, aunque sin demorar la aplicación tanto que el compuesto sea absorbido por los poros superficiales del concreto.

Los compuestos que forman membrana tienen ventajas grandes sobre los demás sistemas que pueden ser aprovechadas por los constructores:

No requieren que se les mantenga humedecidos para asegurar que no absorben agua de la mezcla.

Muy fácil manejo, a diferencia de las telas, arena o paja.

Secuencia del Curado y Duración de las Diferentes Etapas.

El ACI 318 hace referencia a que, debido a las fases por las cuales atraviesa el concreto desde su confección hasta que la estructura alcanza las propiedades de diseño, deben diferenciarse tres tipos diferentes de acciones de curado en el tiempo. Las cuales se aplicarán en conjunto o selectivamente a una estructura dependiendo de las condiciones específicas del trabajo. Estas tres acciones de curado son:

Curado inicial: Procedimiento implementado una vez el afinado o acabado del elemento se ha terminado y que tiene por finalidad evitar la pérdida de humedad de la superficie. El curado inicial es aplicable a mezclas con muy poca exudación o que no exuden, o en el caso de ambientes que promuevan una gran evaporación del agua de la superficie del concreto, o cuando se da una combinación de estas dos circunstancias.

El secado de la superficie puede empezar antes de que el concreto presente fraguado inicial y antes de que el afinado de haya completado. Se hace necesario entonces impedir aquí la pérdida de humedad del concreto mediante la aplicación de una niebla húmeda (aumenta la humedad relativa

y disminuye la tasa de evaporación), la aplicación de retardadores de evaporación y el uso de elementos que modifiquen las condiciones climáticas en el sitio, tales como: sombra, barreras de viento y cerramiento.

Curado intermedio: Procedimiento de curado a implementar cuando el afinado del concreto se termina pero aún no se ha presentado fraguado final. Durante este periodo puede ser necesario disminuir la evaporación, pero el concreto no está en condiciones de recibir la aplicación directa de agua, ni de soportar la acción mecánica producido durante la instalación de cubiertas plásticas, papel impermeable o algún otro material de protección. En estas condiciones la aplicación de membranas de curado, rociando un compuesto curador con fumigadora, es de gran utilidad para impedir la evaporación, mientras el concreto fragua y permite realizar medidas de curado complementarias.

Curado final: Medidas de curado que se llevan a cabo concluido el afinado del concreto, una vez este ya ha presentado fraguado final y ha comenzado el desarrollo de resistencia. Ejemplos de medidas de curado final son: inmersión y rociado de agua, cubiertas húmedas, papel impermeable, hojas de plástico y compuestos formadores de membrana.

El curado final debe empezar a aplicarse a medida que se va afinando ciertas áreas, ya que terminar de afinar para empezar a curar puede constituir una demora injustificada que se puede traducir en gran pérdida de agua del concreto en aquellas zonas afinadas más temprano.

Son tantos los beneficios del curado para las estructuras que dicha práctica no debería ser opcional en las obras, el curado debe especificarse adecuadamente y su cumplimiento debe ser controlado estrictamente; pero el curado también debe ser retribuido económicamente, como cualquier otra actividad de obra, ya que el no pago es una de las razones para que descuiden la ejecución.

En la práctica, con frecuencia se considera equivocadamente, por cierto que el curado y la protección del concreto son factores improductivos. Tales operaciones parecen obedecer a una racionalización que no busca sino ganar tiempo en lo inmediato.

El curado del concreto ha sido un tema de mucho interés para los investigadores, por tal razón se encuentran numerosos estudios acerca de los métodos de curado y sus efectos en el concreto endurecido.

Operacionalización de Variable

Tabla 7

Variable Dependiente:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia del concreto	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga de 210 kg.	Kg/cm ²
Evaporación de agua del concreto	Es el grado de hidratación del concreto	Es la cantidad de agua evaporada durante los primeros días del concreto.	Lt/ m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Variable Independiente:

Variable	Definición operacional	Indicador
Curadores formadores de membrana: Kurencrete 50, Membranil vista y Per Membrana R	Adición que se caracteriza por mejorar las características a compresión y evaporación de agua del concreto.	Litros (lt)

Fuente: Elaboración propia.

La hipótesis de esta investigación es: La aplicación de curados con compuestos formadores de membrana influye positivamente en la resistencia a compresión y evaporación de agua del concreto elaborado con el agua del río Llacas.

El objetivo general de esta investigación es: Determinar la influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Y los objetivos específicos son.

Analizar los componentes fisicoquímicos del agua de río Llacash.

Determinar relación de agua – cemento para concreto curado con el agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana.

Determinar la cantidad de agua evaporada de las probetas de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se aplican curados con agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil Vista y Per Membrana R) a las 12, 24,48 y 72 horas.

Determinar la resistencia a la compresión de las probetas de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se aplican curados con el agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil Vista y Per Membrana R) a los 7,14 y 28 días de curado.

Comparar los resultados de la cantidad de agua evaporada y la resistencia a la compresión en cada una de las probetas de concreto curados con compuestos formadores de membrana y las probetas de concreto curado con aguas de río Llacash.

II. METODOLOGÍA

Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación.

El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados al curado de concreto en la construcción, explicando cual es la influencia en la resistencia a la compresión y evaporación de agua al curar con curadores formadores de membrana y agua de rio Llacash a un bloque de concreto.

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación). La hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

Diseño de Investigación.

Es un diseño experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos la resistencia y evaporación de agua del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curado con agua de rio Llacash y compuestos formadores de membrana. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Tabla 9*Diseño de bloque completo al azar.*

Días de curado	Resistencia a la compresión y la cantidad de agua evaporada de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ curado con formadores de membrana Kurencrete 50, Membranil Vista, Per Membrana R y aguas de río Llacash.			
	Kurencrete 50	Membranil Vista	Per Membrana R	Aguas de río Llacash
7	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
14	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 
28	P1 	P1 	P1 	P1 
	P2 	P2 	P2 	P2 
	P3 	P3 	P3 	P3 

Fuente: Elaboración propia.

Población y Muestra.

Población

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas con un diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizaron las siguientes referencias:

Agregado grueso y agregado fino para el diseño de probetas se compró en las canteras de Tacllan - Huaraz.

El material será llevado en sacos de polietileno a distrito de Jangas (orillas de río Llacash) para elaboración de probetas.

Cemento portland Tipo I marca “sol”.

Agua de río Llacash.

Compuestos formadores de membrana: Kurencrete 50, Membranil Vista y Per Membrana R.

Muestra

La muestra estará constituida por 36 probetas de concreto con un diseño de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, 27 probetas para curado con compuestos formadores de membrana y 9 probetas curado con agua de río Llacash. (Según Reglamento Nacional de Edificaciones y norma ASTM).

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnica	Instrumento
La Observación	Fichas de observación del laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información.

Procesamiento y Análisis de la Información

Para el procesamiento de datos se usará el software Excel v 2016. Se mostrarán cuadros y figuras que resumirán datos para obtener la información final.

Se analizarán los datos mediante promedios, varianzas y la prueba de hipótesis se realizará con la prueba de ANOVA (análisis de varianza).

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de análisis fisicoquímico de agua de río Llacash.

Tabla 10

Análisis fisicoquímico de agua de río Llacash.

Cod.	Parámetros	Unidad de medida	Método	Límite de detección	Muestra
Análisis fisicoquímico					
QF03	Alcalinidad total	mg/l CaCo ₃	APHA 2320 B (*)	1	105
QF10	Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500 – Cl B (*)	1	11
QF23	PH	Unid. PH	APHA 4540 – H* B – Versión 2012 (*)	7.64
QF29	Solidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540 D (*)	1	106
QF33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimetri co (*)	25	48
QF37	Materias orgánicas	mg/l	APHA 2540 C (*)	1	17

Fuente: Elaboración propia

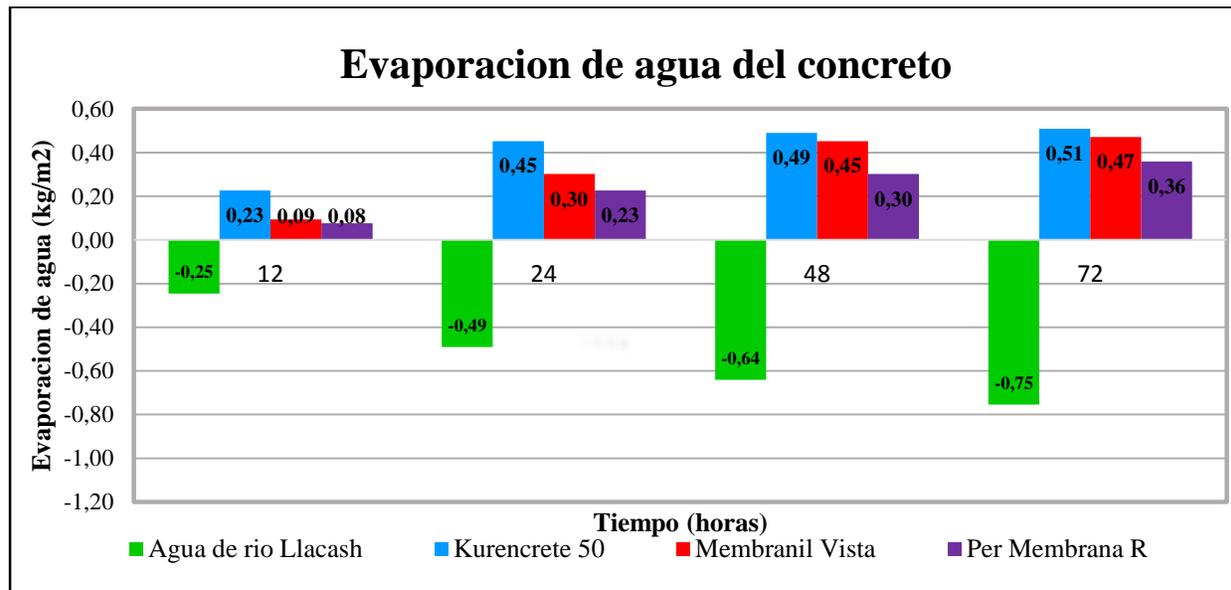
Resultado de relación de agua/cemento obtenido en diseño de mezcla de concreto según el método de ACI.

Relación de A/C = 0.56.

Los resultados obtenidos de la evaporación de agua de las probetas curadas con agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil Vista, y Per Membrana).

Tabla 11*Cantidad de evaporación de agua de las probetas de concreto (kg/m²).*

Tiempos de curado	Evaporación de agua de las probetas curadas con el agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana (kg/m ²).			
	Río	Kurencrete 50	Membranil vista	Per Membrana R
100 minutos	0,5470	0,6225	0,5093	0,5093
12 horas	-0,2452	0,2264	0,0943	0,0755
24 horas	-0,4904	0,4527	0,3018	0,2264
48 horas	-0,6413	0,4904	0,4527	0,3018
72 horas	-0,7545	0,5093	0,4716	0,3584
Promedio	-0.32	0.46	0.37	0.29
Desviación estándar	0.52	0.15	0.17	0.16
Coefficiente de variación	-164%	32%	47%	55%

Fuente: Elaboración propia.**Gráfico 4:** *Evaporación de agua del concreto.***Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 11 se puede apreciar la cantidad de agua evaporada de las probetas de concreto son mayores a las 72 horas de curado y menores a las 12 horas de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada caso) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.071$ y $p > 0.05$) de las evaporaciones de agua medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (uso de formadores de membrana) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 12

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las cantidades de agua evaporada en las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tipo de curado	1.857	3	0.619	9.89	0.001
Tiempo de curado	0.632	4	0.158	2.53	0.096
Error	0.751	12	0.063		
Total	3.240	19			

Fuente: Fuente propia.

En la tabla 12 se puede visualizar que para el tipo de curado el $p\text{-valué} < \alpha$ ($p = 0.001$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (evaporación de cantidad de agua iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las cantidades de agua evaporada en Lt/m²/hora en las probetas de concreto, curado con agua de río Llacash (patrón) y compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil vista y Per membrana R) son diferentes. Es decir existe una diferencia significativa entre las cantidades medias de agua evaporada de las probetas de concreto.

También se tienen que para el tiempo de curado $p\text{-valué} > \alpha$ ($p = 0.096$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que las cantidades de agua evaporada de las probetas de concreto no son diferentes a consecuencia de los días de curado.

Tabla 13

Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las cantidades de agua evaporada de las probetas de concreto es diferente.

Tipo de curado	Subconjunto para alfa = 0.05	
	1	2
Río	-0.317	
Kurencrete 50		0.460
Membranil vista		0.366
Per Membrana R		0.294
Sig	1.000	0.338

Fuente: Fuente propia.

Kurencrete 50	0.460.....a
Membranil Vista	0.366.....a
Per Membrana R	0.294.....a
Agua de rio Llacash	-0.317.....b

En la tabla 13 , después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor cantidad de evaporación de agua, son los que se utiliza un compuesto formador de Membrana; y tienen menor cantidad de agua evaporada es la que corresponde al patrón (agua de río Llacash).

Tabla 14

Prueba de Dunnet para comparar la cantidad de agua evaporada de los tratamientos experimentales con el patrón.

(I) Tipo de curado	(J) Tipo de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Kurencrete 50	Rio Llacash	0.777	0.158	0.000
Membranil Vista	Rio Llacash	0.682	0.158	0.001
Per Membrana R	Rio Llacash	0.611	0.158	0.003

Fuente: Fuente propia.

En la tabla 14, después de realizar la prueba de Dunnet podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor cantidad de evaporación de agua, son las probetas curadas con Kurencrete 50 y Membranil vista.

Resistencia a la comprensión de las probetas curadas con agua de rio Llacash y compuestos formadores de membrana (kg/cm²).

Tabla 15

Resistencia a la comprensión de las probetas curadas con agua de río Llacas y compuestos formadores de membrana según tiempo de curado.

Días de curado	Resistencia a la comprensión de las probetas curadas con agua de rio Llacash y compuesto de formadores de membranas (kg/cm ²).			
	Agua Río Llacas	Kurencrete 50	Membranil vista	Per Membrana R
7	126	147,97	160,39	163,95
14	145	177,06	186,87	191,66
28	192	226,40	249,57	250,31
Promedio	154.47	183.81	198.94	201.97
Desviación estándar	34.03	39.65	45.80	44.10
Coefficiente de variación	22%	22%	23%	22%

Fuente: Fuente propia.

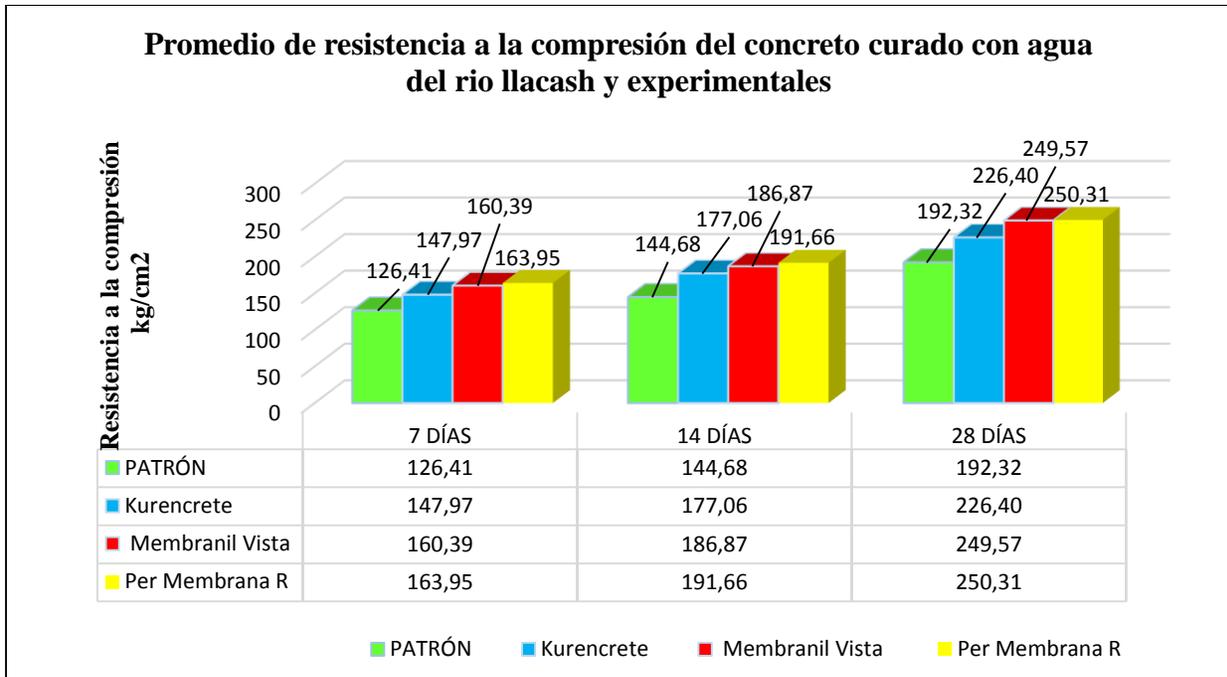


Gráfico 4: Promedio de resistencia a la compresión del concreto curado con agua de rio Llacash y experimentales

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15, se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada caso) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.938$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (uso de formadores de membrana) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 16

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig
Tipo de curado	4247.5	3	1415.8	45.94	0.000
Días de curado	13358.6	2	6679.3	216.71	0.000
Error	184.9	6	30.8		
Total	17791.1	11			

Fuente: Fuente propia.

En la tabla 16, se puede visualizar que para el tipo de curado el $p\text{-valué} < \alpha$ ($p=0.000$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias kg/cm^2 en las probetas de concreto, curado con agua de río Llacash y compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil vista y Per Membrana R) son diferentes. Es decir existe una diferencia significativa entre las cantidades medias de las resistencias a la compresión en las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-valué} > \alpha$ ($p=0.000$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado.

Tabla 17

Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de las probetas es diferente.

Tipo de curado	Subconjunto para alfa = 0,05		
	1	2	3
Río	154.47		
Kurencrete 50		183.81	
Membranil vista			198.94
Per Membrana R			201.97

Fuente: Fuente propia.

Per Membrana R	201.97.....a
Membranil Vista	198.94.....a
Kurencrete 50	183.81.....b
Agua de rio Llacash	154.47.....c

En la tabla 17, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor resistencia a la compresión corresponde a la que usa Per Membrana R, similar cantidad es la que se considera para las probetas con Membranil vista, seguido de aquellas probetas curadas con Kurencrete 50 y finalmente a que nos da menor resistencia a la compresión son las probetas de concreto que solo usa agua de río Llacash para su curado (patrón).

Tabla 18

Prueba de Dunnet para comparar las resistencias de los tratamientos experimentales con el patrón.

(I) Tipo de curado	(J) Tipo de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Kurencrete 50	Rio Llacash	29.34	4.53	0.001
Membranil Vista	Rio Llacash	44.47	4.53	0.000
Per Membrana R	Rio Llacash	47.50	4.53	0.000

Fuente: Fuente propia.

En la tabla 18, después de realizar la prueba de Dunnet podemos apreciar que las probetas de concreto que tienen mayor resistencia a la compresión corresponde a la que usa Per Membrana R.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Según la NTP 339.088 los parámetros de los resultados de cantidad de alcalinidad, cloruros, PH, sólidos en suspensión y sulfatos están dentro de los límites permisibles; en cambio la materia orgánica supera el límite máximo de la presente norma, debido a la explotación minera, de la mina Barrick Misquichilca ,que genera grandes voladuras de rocas, generando la contaminación de la atmósfera y a su vez provocando fuertes movimientos en áreas cercanas a este, donde también resulta afectada la parte alta de la quebrada Cuncashca de donde nace el río Llacash, estos movimientos generan deslizamientos de terrenos agrícolas con fuertes pendientes causando destrucción de plantas, árboles y todo concerniente a su alrededor cercano, de esta manera ocasionando la contaminación del agua de río Llacash por descomposición de materia orgánica. Según Sánchez en su libro de “Tecnología del Concreto y del Mortero”, la materia orgánica, está dentro de los límites de tolerancia de concentraciones de impurezas en agua de mezcla. Como se observó en la tabla N° 10.

Según la resistencia promedio requerida y con la ayuda de la tabla relación agua/cemento por resistencia (concreto sin aire incorporado), se llegó a calcular la relación agua/cemento para diseño de mezcla de concreto curado con agua de río Llacash y compuestos formadores de membrana.

Después de la elaboración de la mezcla de concreto y el llenado de los moldes, se pesaron las muestras frescas procurando obtener estos datos como iniciales para determinar la pérdida de agua al cabo de 100 minutos según ASTM C- 156, para así poder calcular la efectividad de la membrana a partir del cálculo de la retención de agua, la cual se determina a partir de los pesos iniciales y finales de las muestras. Según la norma ASTM C - 156 los compuestos de curado tienen que cumplir una retención mínima de agua en las primeras 72 horas para garantizar la correcta hidratación del concreto y contrarrestar el secado prematuro causado por las condiciones ambientales que se presentan tales como velocidad del viento, temperatura del concreto, humedad relativa, etc.

Si bien en el procedimiento de ensayo ASTM C – 156 se afirma que la desviación estándar obtenida por un operario tomando las lecturas correspondientes es de 0.13 kg/m². En esta investigación se obtuvo una desviación estándar de 0.08 kg/m², en promedio, para los datos de pérdida de agua. En los análisis realizados, los valores de pérdida de agua de concreto curado con el agua del río Llacash, resultan negativas debido a que las probetas estuvieron saturadas en agua todo el tiempo, llenando los espacios o poros de las probetas haciendo que estas aumentaran su peso.

Los mayores valores de pérdida de agua de concreto lo registran las probetas curadas con el Kurecrete 50 y el Membranil vista. La menor pérdida de agua de concreto lo registran las probetas curadas con el Per Membrana R. Según ASTM C – 309 la evaporación de agua de concreto curado con los tres compuestos curadores están por debajo de los 0.55 kg/m². Como se observa en la tabla N° 11.

El método de curado estándar es la permanencia constante de las probetas en agua. Las probetas de la presente investigación se mantuvieron saturadas en el agua del río Llacash de acuerdo al método ya mencionado y los resultados obtenidos reflejan que la resistencia obtenida a los primeros siete días sobre pasa el porcentaje aceptable que nos demanda el ACI como es un porcentaje de 60%, obteniendo en las pruebas a los siete días el 60.20%, es decir un 0.2 % más de lo que se esperaba obtener. Siguiendo con la secuencia de días de ensayo, podemos ver que a los 14 días el aumento de la resistencia no varió tanto, alcanzando en estos días un aumento de 8.70% con el que se alcanzó una resistencia de 68.90%. El último resultado obtenido a los 28 días muestra que no se alcanzó el 100% de la resistencia requerida pero que estuvo un 8.42% por debajo de la resistencia especificada con el que se alcanzó una resistencia de 91.58%; debido a impurezas del agua de curado (materia orgánica) para el concreto, pero está dentro del límite aceptable de un agua cuestionable para concreto siendo la resistencia superior de 90% a 28 días de curado; también se afirma según la teoría de Sánchez en su libro de “Tecnología del Concreto y del Mortero” que cuando la materia orgánica es menor a 20 mg/l no afecta a la resistencia ni genera manchas en el concreto.

La resistencia obtenida de las probetas curadas con Kurencrete 50 en el primer periodo de prueba, es decir, a los siete días, alcanzó un 70.46% de la resistencia requerida. Siguiendo con la secuencia de días de ensayo, podemos ver que a los 14 días el aumento de la resistencia no varió tanto, alcanzando en estos días un aumento de 7.93% con el que se alcanzó una resistencia de 84.31%.

El último resultado obtenido a los 28 días de las pruebas de compresión donde se aplicó Kurencrete 50, demostró que el desarrollo de la resistencia a la compresión fue satisfactorio ya que el resultado es una resistencia de 226.40 kg/cm², que significa un 107.81%, superando un 7.81% más de la resistencia requerida. La resistencia obtenida de las probetas curadas con Membranil Vista en el primer periodo de prueba, es decir, a los siete días, alcanzó un 76.38% de la resistencia requerida. Siguiendo con la secuencia de días de ensayo, podemos ver que a los 14 días el aumento de la resistencia no varió tanto, alcanzando en estos días un aumento de 12.61% con el que se alcanzó una resistencia de 88.99%. Por último la resistencia máxima obtenida a los 28 días fue de 249.57kg/cm², en donde se superó el 18.84% más de lo esperado en donde se utilizó el Membranil vista.

La resistencia obtenida de las probetas curadas con Per Membrana R en el primer periodo de prueba, es decir, a los siete días, alcanzó un 78.08% de la resistencia requerida. Siguiendo con la secuencia de días de ensayo, podemos ver que a los 14 días el aumento de la resistencia no varió tanto, alcanzando en estos días un aumento de 13.20% con el que se alcanzó una resistencia de 91.27%. El último resultado obtenido a los 28 días de las pruebas de compresión donde se aplicó Per membrana R, se demostró que el desarrollo de la resistencia a la compresión fue satisfactorio ya que el resultado es una resistencia de 250.31 kg/cm², que significa un 119.20%, superando un 19.20% más de la resistencia requerida.

Con los datos obtenidos podemos ver que el desarrollo de la resistencia de las probetas curadas con compuestos formadores de membrana en el transcurso de los días no se vio afectado y logró incrementarse aún más de lo esperado, debido a que los curadores son adecuados para el clima del distrito de Jangas . Y como es de saber la resistencia depende de las condiciones de humedad interna que posea el concreto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después de realizar los ensayos y análisis de los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

El análisis fisicoquímico del agua de río Llacash garantiza que es apta para el curado del concreto en diferentes tipos de obras civiles.

Relación de agua - cemento para el concreto curado con el agua del río Llacash y los compuestos formadores de membrana es 0.56, este valor garantiza un adecuado diseño de mezcla de concreto para resistencia y evaporación de agua para la presente investigación.

A los 12, 24, 48 y 72 horas de evaporación de agua del concreto de las probetas curadas con el agua del río Llacash, llega alcanzar el -0.245kg/m^2 , -0.490kg/m^2 , -0.641kg/m^2 y -0.755kg/cm^2 , debido a que las probetas estuvieron saturadas en agua todo el tiempo llenando los espacios o poros de las probetas, haciendo que estas aumenten su peso y a la vez demuestran que la pérdida de agua es negativa. La evaporación de agua del concreto de las probetas curadas con compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil Vista y Per Membrana R), llegan alcanzar el 0.226kg/m^2 , 0.094kg/m^2 y 0.076kg/m^2 a las 12 horas; a las 24 horas llegan alcanzar el 0.453kg/m^2 , 0.302kg/m^2 y 0.226kg/m^2 ; a las 48 horas llegan alcanzar el 0.490kg/m^2 , 0.452kg/m^2 y 0.301kg/m^2 y a las 72 horas llegan alcanzar el 0.509kg/m^2 , 0.471kg/m^2 y 0.358kg/m^2 después de la exudación según norma ASTM C-156 y los límites de evaporación están por debajo de $0.55\text{kg/m}^2/\text{h}$ según la norma ASTM C-309.

Las resistencias a la comprensión obtenidas para las probetas curadas con el agua del río Llacash, fueron a los 7, 14 y 28 días, los siguientes resultados: 126.41kg/cm^2 , 144.68kg/cm^2 y 192.32kg/cm^2 . Los porcentajes obtenidos de la resistencia sobrepasan el 90% de la resistencia deseada. Con esto podemos concluir que la presencia de la materia orgánica en el agua no afecta en la última resistencia del concreto.

En el siguiente proceso para determinar la calidad del concreto después de aplicar el curado con compuestos formadores de membrana (Kurencrete 50, Membranil Vista y Per Membrana R) , se prosiguió a determinar el desarrollo de la resistencia a la compresión en los periodos de 7, 14 y 28 días como lo establece la norma ASTM C 309. Los porcentajes obtenidos a los 28 días de cada compuesto ya mencionado sobrepasa un 7.81%, 18.84% y 19.20 % de la resistencia deseada. Esto indica que el concreto curado con compuestos formadores de membrana influye de una manera la retención de agua necesaria para el desarrollo de la resistencia.

Comparando los resultados obtenidos de evaporación de agua y la resistencia a la compresión de las probetas curadas con el agua del rio Llacash y los compuestos formadores de membrana, se concluye que:

En el cuadro ANOVA (tabla 12) se puede ver que existen diferencias significativas entre las cantidades medias de agua evaporada de las probetas curadas con agua de rio Llacash y los compuestos formadores de membrana, también se puede ver que no existen diferencias significativas respecto al tiempo de curado, porque el tiempo es corto para ver la diferencia respecto a tipo de curado. También en el cuadro ANOVA (tabla 16) se puede ver que existen diferencias significativas entre las resistencias medias y días de curado de las probetas curadas con agua de rio Llacash y los compuestos formadores de membrana.

Recomendaciones

Sería interesante que unas de las variables fuera el ambiente donde se mantienen las probetas para ver la reacción de los sistemas de curado.

Emplear productos de curado diferentes a los usados en este trabajo, para determinar su influencia en el desarrollo de la resistencia a la compresión y evaporación de agua del concreto estructural.

Aplicar compuestos formadores de membrana antes de la exudación, para observar en que afecta la resistencia a la compresión y la evaporación de agua del concreto.

Calcular la evaporación de agua del concreto en 3, 7, 14 y 28 días de curado con los compuestos formadores de membrana.

Es importante revisar el tema de costos de los diferentes curadores, ya que de esto también depende la decisión de utilización en obra de concreto.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, C. (1996), Tecnología del concreto, Lima – Perú: editorial “San Marcos”.

Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>.

Alemán, O. y Montoya, J. (2014), Influencia de los métodos de curado en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto. (Tesis para optar el título de ingeniería civil), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.

Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/697>.

American Section of the International Association for Testing Materials-ASTM C156 (2003), método estándar para medir retención de agua de materiales de curado.

Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/353167608/ASTM-C-156>.

American Section of the International Association for Testing Materials-ASTM C309 (1998), especificación estándar para compuestos líquidos de membrana de curado.

Recuperado de: <https://www.astm.org/Standards/C309.htm>.

Bolaños, C. (2011), Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión (Tesis de Maestría para optar al título de Magister en Construcción), universidad nacional de Colombia, Colombia.

Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/11492/1/vivianamarcelabolanoscancino.2011.pdf>

Bustamante, H. (2005). Evaluación de la efectividad de sistemas de curado mediante evaluación del agua evaporada” Adriana Bustamante Herrera. (Tesis de Maestría en Estructuras). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia.

Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.com>.

Corales, S. (2015), Análisis de la resistencia a la compresión desarrollada en el concreto al ser curado con compuestos líquidos formadores de membrana (Tesis para optar el título de ingeniería civil), universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Rivva, E. (2017), *Diseño de mezclas*, 2da edición.

Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/43658/1/3352874.19946.pdf.pdf>.

Rivera, L. (2010), *Concreto Simple*.

Recuperado de: <https://independent.academia.edu/linanavarro2>.

Sainea, J. y Sanabria V. (2005), Incidencia del tiempo de inicio del curado en la resistencia a la compresión y pérdida de humedad de un concreto (Tesis para optar al título de Ingeniero Civil), Universidad Piloto de Colombia, Colombia.

Recuperado de: <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/106/Tesis-Influencia%20del%20curado%20en%20la%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20del%20concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Sánchez de Guzmán D. (2000). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá – Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA60>

[&lpg=PA60&dq=IMPUREZAS+DEL+AGUA+PARA+MEZCLADO+DE+CONCRETO&source=bl&ots=gYGTfGqZKn&sig=NbFyFqB0S00nt_-i9o371ukQiKM&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwionZmGx6LeAhWC1kKHcE5Cus4ChDoATADegQIBBAB#v=onepage&q=IMPUREZAS%20DEL%20AGUA%20PARA%20MEZCLADO%20DE%20CONCRETO&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA60&dq=IMPUREZAS+DEL+AGUA+PARA+MEZCLADO+DE+CONCRETO&source=bl&ots=gYGTfGqZKn&sig=NbFyFqB0S00nt_-i9o371ukQiKM&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwionZmGx6LeAhWC1kKHcE5Cus4ChDoATADegQIBBAB#v=onepage&q=IMPUREZAS%20DEL%20AGUA%20PARA%20MEZCLADO%20DE%20CONCRETO&f=false)

Teodoro E., H. (2005), *Diseño de estructuras de concreto*, Perú: editorial de la pontificia Universidad Católica.

Recuperado de: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disen-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>.

ANEXOS Y APENDICES



Fotografía 1: Recolección de agua del Rio Llacash (Distrito de Jangas) para el estudio de análisis fisicoquímico del agua.



Fotografía 2: Recolección de agregado grueso. Cantera de Tacllan – Huaraz.



Fotografía 3: Recolección de agregado fino. Cantera de Tacllan – Huaraz.



Fotografía 4: Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso en el laboratorio.



Fotografía 5: Ensayo de peso unitario del agregado fino en el laboratorio.



Fotografía 6: Método de cuarteo para determinar las propiedades físicas del agregado grueso.



Fotografía 7: Pesado de agregado fino.



Fotografía 8: Proceso de tamizado de agregado grueso.



Fotografía 9: Pesado de agregado fino.



Fotografía 10: Proceso de tamizado de agregado fino.



Fotografía 11: secado de muestra en horno.



Fotografía 12: Peso específico de agregado fino.



Fotografía 13: contenido de humedad de los agregados.



Fotografía 14: Peso específico del agregado grueso.



Fotografía 15: Elaboración de las probetas.



Fotografía 16: Curadores formadores de Membrana (Kurencrete 50, Membranil Vista y Per Membrana R).



Fotografía 17: Curado de las probetas a 100 minutos después del vaciado.



Fotografía 18: Peso inicial de la probeta.



Fotografía 19: Peso final de probetas dentro de 100 minutos a 72 horas.



Fotografía 20: Curado de probetas con agua Rio Llacash.



Fotografía 19: Curado de las probetas a los 7 días



Fotografía 20: Ensayo resistencia a la compresión

Ensayo de análisis

Fisicoquímico de agua de rio Llacash



INFORME DE ENSAYO AG180067

CUENTE Razón Social : OSCAR CREMER RIOS EGUIZABAL
 Dirección : Jr. Progreso S/N - Independencia - Huaraz
 Atención : Oscar Cremer Rios Eguizabal

MUESTRA Producto declarado : Agua de Río
 Matriz : Aguas Naturales - Agua Superficial
 Procedencia : Río Llacash - Distrito de Jangas - Provincia de Huaraz - Ancash
 Ref./Condición : Cadena de Custodia CC180046

MUESTREO Responsable : Muestra proporcionada por el cliente
 Referencia : No indica

LABORATORIO Fecha de recepción : 07/Marzo/2018
 Fecha de análisis : 07 de Marzo al 14 de Marzo/2018
 Cotización N° : CO180145

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M 01
					Fecha de muestreo :	07/03/2018
					Hora de muestreo :	11:00
					Código del Laboratorio	AG180067
ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS						
FQ03	Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	APHA 2320B (*)	1		105
FQ10	Cloruros	mg/l Cl	APHA 4500C;B (*)	1		11
FQ23	pH (en laboratorio)	Unid pH	APHA 4500-H* B -Versión 2012 (*)		7.64
FQ29	Sólidos totales en suspensión	mg/l	APHA 2540D (*)	1		106
FQ33	Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻²	Bario sulfato, turbidimétrico (*)	25		48
FQ37	Materia orgánica	mg/l	APHA 2540 C (*)	1		17

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA
 * Datos proporcionados por el cliente
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 22 nd. Edition-2012



María Leyva Collias
 Msc. Quím. María Leyva Collias
 Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
 FCAM-UNASAM
 CQP N° 604

Huaraz, 24 de Marzo 2018

Está prohibida la reproducción de este Informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

Ensayo de los laboratorios

- **Granulometría**
- **Contenido de humedad**
- **Peso unitario suelto y compactado**
- **Peso específico y porcentaje de absorción**
- **Resultados de evaporación de agua del concreto**
 - **Ensayo a la resistencia a compresión**
 - **Ensayos estadísticos**



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

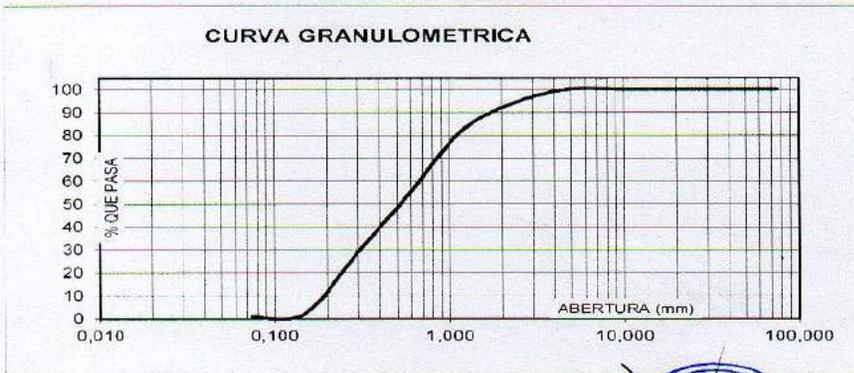
SOLICITA : **Bach. Rios Eguizabal, Oscar Cremer**
 TESIS : "Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia y Evaporacion de Agua del Concreto F'c = 210 Kg/Cm2"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 01/06/2018 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1627
PESO SECO LAVADO	1609,90
PESO PERDIDO POR LAVADO	17,10

TAMIZ		PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº 8	2,360	93,10	5,72	5,72	94,28
Nº 16	1,180	199,60	12,27	17,99	82,01
Nº 30	0,600	433,40	26,64	44,63	55,37
Nº 50	0,300	428,25	26,32	70,95	29,05
Nº 100	0,150	432,68	26,59	97,54	2,46
Nº 200	0,075	22,87	1,41	98,95	1,05
PLATO		17,10	1,05	100,00	0,00
TOTAL		1627,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : nº 8
 MODULO DE FINEZA : 2,4
 HUMEDAD : 9,73%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FISCIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENERGIA DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrósio
 CIP: 116544
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
 CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf. 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
 OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

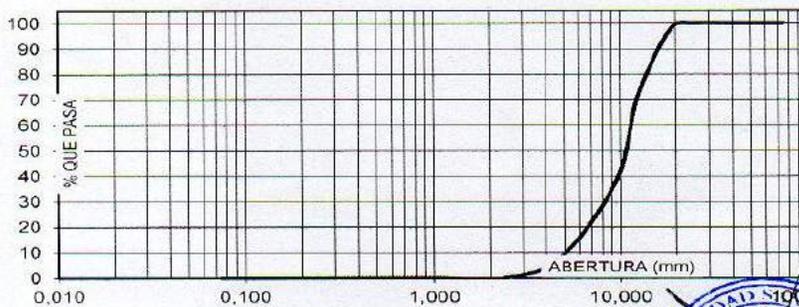
SOLICITA : Bach. Rios Eguizabal, Oscar Cremer
TESIS : " Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia y Evaporacion de Agua del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 01/06/2018 **CANtera :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	10907
PESO SECO LAVADO	10905,38
PESO PERDIDO POR LAVADO	1,62

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No 3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	182,52	1,67	1,67	98,33
1/2"	12,500	2919,15	26,76	28,44	71,56
3/8"	9,500	3650,43	33,47	61,91	38,09
N° 4	4,750	3298,10	30,24	92,14	7,86
N° 8	2,360	855,18	7,84	99,99	0,01
N° 16	1,180	0,00	0,00	99,99	0,01
N° 30	0,600	0,00	0,00	99,99	0,01
N° 50	0,300	0,00	0,00	99,99	0,01
N° 100	0,150	0,00	0,00	99,99	0,01
N° 200	0,075	0,00	0,00	99,99	0,01
PLATO		1,62	0,01	100,00	0,00
TOTAL		10907,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 6,56
 HUMEDAD : 1,45%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - **Bolognesi** Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
 - **Nuevo Chimbote** D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - **San Luis** Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: " Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia y Evaporacion de Agua del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2"				
SOLICITA	: Bach. Rios Eguizabal, Oscar Cremer				
DISTRITO	: HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ			FECHA 01/06/2018	
PROG. (KM.)	:			ASESOR	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		14	36	40	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	985,3	987,1	984,0	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	973,2	975,2	972,8	
PESO DE AGUA	(g)	12,10	11,90	11,20	
PESO DEL TARRO	(g)	167,90	163,8	164,0	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	805,30	811,4	808,8	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1,50	1,47	1,38	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)				1,45
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		35	38	39	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	829,9	828,5	830,2	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	769,4	771,5	770,6	
PESO DE AGUA	(g)	60,50	57,00	59,60	
PESO DEL TARRO	(g)	163,80	169,4	164,0	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	805,80	602,1	606,6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	9,99	9,47	9,83	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)				9,76



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - **Bolognesi** Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- **Nuevo Chimbote** D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - **San Luis** Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Rios Eguizabal, Oscar Cremer

TESIS : " Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia y Evaporacion de Agua del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2"

LUGAR : HUARAZ

CANTERA : TACLLAN

MATERIAL : AGREGADO FINO

FECHA : 01/06/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7617	7640	7630
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4197	4220	4210
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1512	1520	1517
Peso unitario prom.	1516 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7921	7935	7945
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4501	4515	4525
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1621	1626	1630
Peso unitario prom.	1626 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpecro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Rios Eguizabal, Oscar Cremer**
TESIS : " Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia y Evaporacion de Agua del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : TACLLAN
MATERIAL : **AGREGADO FINO**
FECHA : **01/06/2018**

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
B : Peso de frasco+ agua
C = A + B : Peso frasco + agua +material
D : Peso de material+agua en el frasco
E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio
F : Peso Material seco en horno
G= E- (A - F) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

300,0	300,0	300,0
678,3	674,5	678,3
978,3	974,5	978,3
862,1	859,3	862,1
116,2	115,2	116,2
294,4	291,2	294,4
110,6	106,4	110,6
1,90	3,02	1,90
2,28		

PROMEDIO

2,53	2,53	2,53
2,58	2,60	2,58
2,66	2,74	2,66

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
P.e. Bulk (Base Saturada)
P.e. Aparente (Base Seca)

2,53
2,59
2,69



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Rios Eguizabal, Oscar Cremer**
 TESIS : "Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia
 y Evaporacion de Agua del Concreto F'C = 210 Kg/Cm2"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**
 FECHA : 01/06/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

3642,5	3643,4	3648,1
2259,5	2259,3	2257,8
1383,0	1384,1	1390,3
3569,1	3568,1	3571,1
1309,6	1308,8	1313,3
2,06	2,11	2,16
2,11		

PROMEDIO

2,58	2,58	2,57
2,63	2,63	2,62
2,73	2,73	2,72

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,58
2,63
2,73



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

Peso y reducción de peso de las probetas

PROBETAS		PESOS (KG)						REDUCCION DE PESO (KG)				
		0 horas	100 minutos	12 horas	24 horas	48 horas	72 horas	100 minutos	12 horas	24 horas	48 horas	72 horas
Aguas de rio Llacash	P1	14.78	14.69	14.73	14.78	14.81	14.82	0.09	-0.04	-0.09	-0.12	-0.13
	P2	14.89	14.77	14.82	14.86	14.88	14.91	0.12	-0.05	-0.09	-0.11	-0.14
	P3	14.74	14.66	14.70	14.74	14.77	14.79	0.08	-0.04	-0.08	-0.11	-0.13
Kurencrete 50	P1	14.87	14.76	14.72	14.68	14.67	14.67	0.11	0.04	0.08	0.09	0.09
	P2	14.92	14.78	14.73	14.69	14.70	14.69	0.14	0.05	0.09	0.08	0.09
	P3	14.77	14.69	14.66	14.62	14.60	14.60	0.08	0.03	0.07	0.09	0.09
Membranil Vista	P1	14.8	14.71	14.7	14.66	14.62	14.62	0.09	0.01	0.05	0.09	0.09
	P2	14.73	14.65	14.63	14.59	14.57	14.57	0.08	0.02	0.06	0.08	0.08
	P3	14.86	14.76	14.74	14.71	14.69	14.68	0.10	0.02	0.05	0.07	0.08
Per Membrana R	P1	14.88	14.81	14.8	14.76	14.75	14.74	0.07	0.01	0.05	0.06	0.07
	P2	14.84	14.75	14.73	14.71	14.70	14.69	0.09	0.02	0.04	0.05	0.06
	P3	14.96	14.85	14.84	14.82	14.80	14.79	0.11	0.01	0.03	0.05	0.06

Evaporación de agua del concreto curado con agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana

PROBETAS		REDUCCION DE PESO (KG)					Area (m2)	PERDIDA DE AGUA (kg/m2)					PERDIDA TOTAL DE AGUA SEGÚN ASTM C-309 (kg/m2)	LIMITE MAXIMO DE PERDIDA DE AGUA SEGÚN ASTM C-309 (kg/m2)
		100 minutos	12 horas	24 horas	48 horas	72 horas		100 minutos	12 horas	24 horas	48 horas	72 horas		
Aguas de río Llacash	P1	0.09	-0.04	-0.09	-0.12	-0.13	0.177	0.51	-0.23	-0.51	-0.68	-0.74	-0.23	0.55
	P2	0.12	-0.05	-0.09	-0.11	-0.14	0.177	0.68	-0.28	-0.51	-0.62	-0.79	-0.11	0.55
	P3	0.08	-0.04	-0.08	-0.11	-0.13	0.177	0.45	-0.23	-0.45	-0.62	-0.74	-0.28	0.55
Kurecrete 50	P1	0.11	0.04	0.08	0.09	0.09	0.177	0.62	0.23	0.45	0.51	0.51	1.13	0.55
	P2	0.14	0.05	0.09	0.08	0.09	0.177	0.79	0.28	0.51	0.45	0.51	1.30	0.55
	P3	0.08	0.03	0.07	0.09	0.09	0.177	0.45	0.17	0.40	0.51	0.51	0.96	0.55
Membranil Vista	P1	0.09	0.01	0.05	0.09	0.09	0.177	0.51	0.06	0.28	0.51	0.51	1.02	0.55
	P2	0.08	0.02	0.06	0.08	0.08	0.177	0.45	0.11	0.34	0.45	0.45	0.91	0.55
	P3	0.10	0.02	0.05	0.07	0.08	0.177	0.57	0.11	0.28	0.40	0.45	1.02	0.55
Per Membrana R	P1	0.07	0.01	0.05	0.06	0.07	0.177	0.40	0.06	0.28	0.34	0.40	0.79	0.55
	P2	0.09	0.02	0.04	0.05	0.06	0.177	0.51	0.11	0.23	0.28	0.34	0.85	0.55
	P3	0.11	0.01	0.03	0.05	0.06	0.177	0.62	0.06	0.17	0.28	0.34	0.96	0.55



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : Rios Eguizabal, Oscar Cremer

TESIS : "Influencia de Curadores Formadores de Membrana en la Resistencia y Evaporacion de Agua del Concreto F'c = 210 Kg/Cm2"

FECHA: 04/05/2018

F'c : 210 kg/cm2

	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
Nº	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	Agua de rio Uacash	-	3"	06/04/2018	13/04/2018	7	126,41	60,20
2	Kurencrete 50	-	3"	06/04/2018	13/04/2018	7	147,97	70,46
3	Membranil Vista		3"	06/04/2018	13/04/2018	7	160,39	76,38
4	Per Membrana R	-	3"	06/04/2018	13/04/2018	7	163,95	78,07
5	Agua de rio Uacash	-	3"	06/04/2018	20/04/2018	14	144,68	68,90
6	Kurencrete 50	-	3"	06/04/2018	20/04/2018	14	177,06	84,31
7	Membranil Vista	-	3"	06/04/2018	20/04/2018	14	186,87	88,99
8	Per Membrana R	-	3"	06/04/2018	20/04/2018	14	191,66	91,27
9	Agua de rio Uacash	-	3"	06/04/2018	03/05/2018	28	192,32	91,58
10	Kurencrete 50	-	3"	06/04/2018	03/05/2018	28	226,40	107,81
11	Membranil Vista	-	3"	06/04/2018	03/05/2018	28	249,57	118,84
12	Per Membrana R	-	3"	06/04/2018	03/05/2018	28	250,31	119,20

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896
CIUDAD UNIVERSITARIA: - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704
OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

Pruebas estadísticas



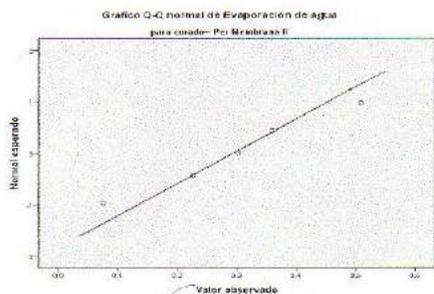
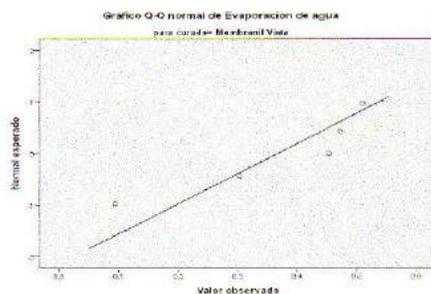
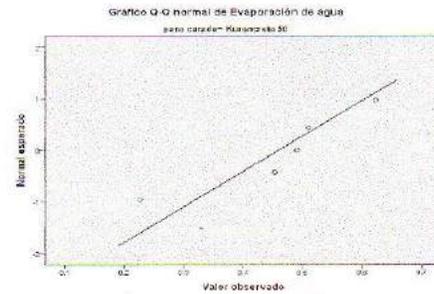
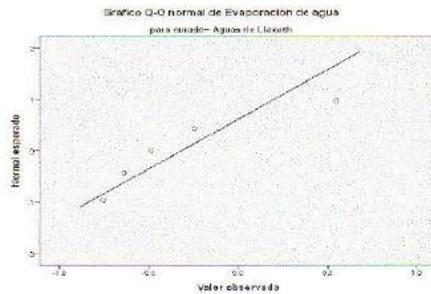
Resultados de Análisis Estadístico

Título de Tesis: “Influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”
Tesista: Bach. Ríos Eguizabal Oscar Cremer
Fecha de solicitud de análisis: 18 de setiembre de 2018
Fecha de entrega de análisis: 20 de setiembre de 2018

Prueba de normalidad y homogeneidad de la evaporación de agua.

Tipos de curado		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Evaporación de Agua	Aguas rio Llacash	0.856	5	0.214
	Kurenerete 50	0.909	5	0.460
	Membranil Vista	0.857	5	0.217
	Per Membrana R	0.997	5	0.997

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio



Lic. Elard Camones Ibarra
 Coespe: 608

Stat Consult - Asesoría y Consultoría Estadística
 Cel. 971237334 - ecamonesi@gmail.com
 facebook.com/StatConsult.pe

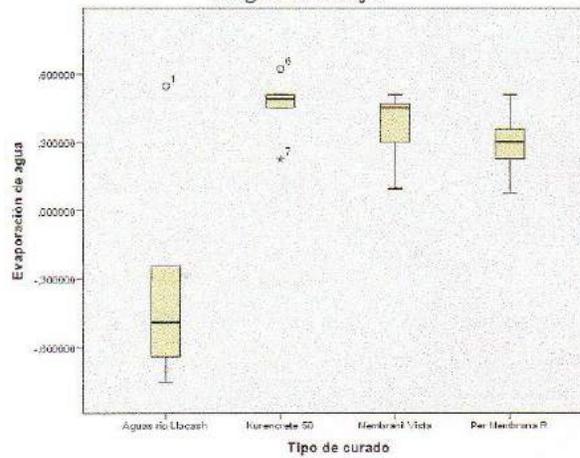
Jr. Huarac Koyllur N° 446
 Urb. El Mirador - Shancayán
 Independencia - Huaraz

**Prueba de homogeneidad de varianzas
de la evaporación de agua**

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
2.836	3	16	0.071

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Diagrama de cajas



Conclusión:

- La evaporación media de agua para cada tipo de curado tiene una distribución normal. En el test de Shapiro-Wilk, el p-valor (Sig.) > 0.05 para cada uno de los tratamientos.
- La evaporación de agua para cada tratamiento, tienen varianzas homogéneas. El test de Levene tiene un p-valor (Sig.) = 0.071 > 0.05



Lic. Elard Camones Ibarra
Coespo: 608

Resultados de Análisis Estadístico

Título de Tesis: “Influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del concreto $f_c = 210$ kg/cm²”

Tesista: Bach. Ríos Eguizabal Oscar Cremer

Fecha de solicitud de análisis: 18 de setiembre de 2018

Fecha de entrega de análisis: 20 de setiembre de 2018

Análisis de Varianza

Prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las evaporaciones de agua.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Tipo de curado	1.857	3	0.619	9.89	0.001
Tiempo de secado	0.632	4	0.158	2.53	0.096
Error	0.751	12	0.063		
Total	3.240	19			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Prueba de Duncan de comparaciones múltiples.

Tipo de curado	Subconjunto para alfa = 0.05	
	1	2
Río Llacash	-0.317	
Kurencrete 50		0.460
Membranil vista		0.366
Per Membrana R		0.294
Sig.	1.000	0.338

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Prueba de Dunnet para comparar la cantidad de agua evaporada de los tratamientos experimentales con el patrón.

(I) Tipo de curado	(J) Tipo de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Kurencrete 50	Río Llacash	0.777	0.158	0.000
Membranil Vista	Río Llacash	0.682	0.158	0.001
Per Membrana R	Río Llacash	0.611	0.158	0.003

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Conclusión:

- Las evaporaciones medias de agua son diferentes entre el tipo de curado con agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana.
- Las evaporaciones medias de agua no son diferentes a consecuencia de los días de curado.
- La mayor cantidad de agua evaporada corresponde al tipo de curado Kurencrete 50 y Membranil Vista.



Lic. Elard Camones Ibarra
 Coespe: 608

Resultados de Análisis Estadístico

Título de Tesis: “Influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del concreto $f_c = 210$ kg/cm²”

Tesista: Bach. Ríos Eguizabal Oscar Cremer

Fecha de solicitud de análisis: 18 de setiembre de 2018

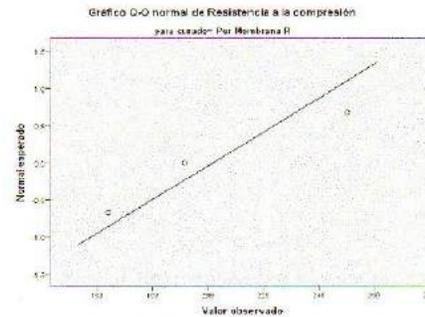
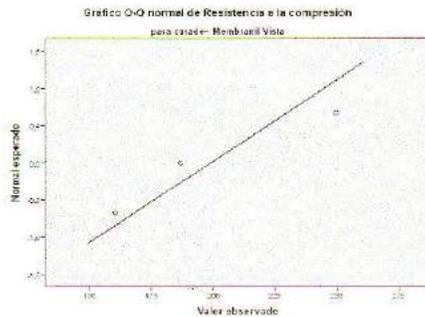
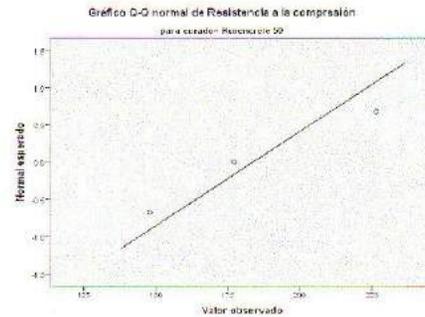
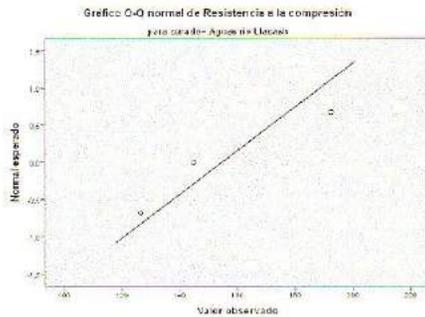
Fecha de entrega de análisis: 20 de setiembre de 2018

Normalidad y homogeneidad de varianzas para las resistencias a la fuerza de compresión.

Prueba de Normalidad para las resistencias a compresión

Tipos de curado		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Río Llacash	0.938	3	0.519
	Kurecrete 50	0.978	3	0.717
	Membranil Vista	0.948	3	0.560
	Per Membrana R	0.959	3	0.610

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio



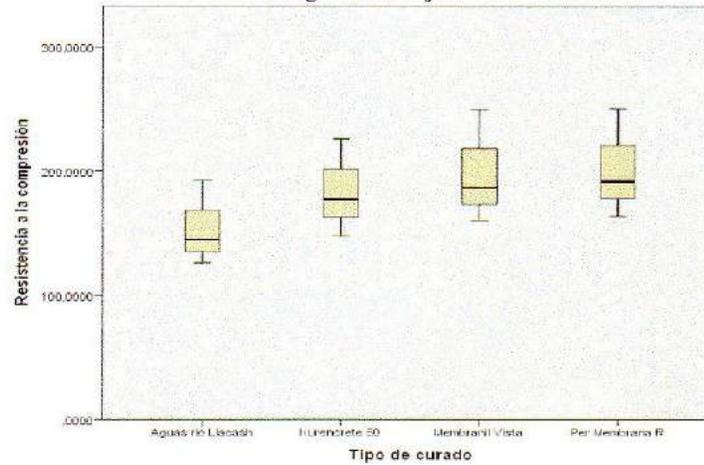

Lic. Elard Camones Ibarra
Coespe: 608

**Prueba de homogeneidad de varianzas
de las resistencias a compresión**

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
0.132	3	8	0.938

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Diagrama de cajas



Conclusión:

- Las resistencias a la compresión para cada tipo de curado tienen una distribución normal. En el test de Shapiro-Wilk, el p-valor (Sig.) > 0.05 para cada uno de los tratamientos.
- Las resistencias a la compresión para cada tratamiento, tienen varianzas homogéneas. El test de Levene tiene un p-valor (Sig.) = 0.938 > 0.05



Lic. Elard Camones Ibarra
Coespe: 608

Resultados de Análisis Estadístico

Título de Tesis: “Influencia de curadores formadores de membrana en la resistencia y evaporación de agua del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”

Tesista: Bach. Ríos Eguizabal Oscar Cremer

Fecha de solicitud de análisis: 18 de setiembre de 2018

Fecha de entrega de análisis: 20 de setiembre de 2018

Análisis de Varianza

Prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tipo de curado	4247.5	3	1415.8	45.94	0.000
Días de curado	13358.6	2	6679.3	216.71	0.000
Error	184.9	6	30.8		
Total	17791.1	11			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Prueba de Duncan de comparaciones múltiples.

Tipo de curado	Subconjunto para alfa = 0.05		
	1	2	3
Río Llacash	154.47		
Kurencrete 50		183.81	
Membranil vista			198.94
Per Membrana R			201.97
Sig.	1.000	1.000	0.528

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Prueba de Dunnet para comparar las resistencias de los tratamientos experimentales con el patrón.

(I) Tipo de curado	(J) Tipo de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Kurencrete 50	Río Llacash	29.34	4.53	0.001
Membranil Vista	Río Llacash	44.47	4.53	0.000
Per Membrana R	Río Llacash	47.50	4.53	0.000

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio

Conclusión:

- Las resistencias medias son diferentes entre el tipo de curado con agua de río Llacash y los compuestos formadores de membrana.
- Las resistencias medias son diferentes a consecuencia de los días de curado.
- La mayor resistencia a compresión corresponde al tipo de curado Per Membrana R y Membranil Vista.


 Lic. Elard Camones Ibarra
 Coespe: 608

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Juana Eguizabal Ramírez quien siempre me difundió espíritu de lucha y que las cosas se logran con esfuerzo y sacrificio, gracias por ser mi ejemplo de vida.

A mi tío Martin Eguizabal Ramírez, a él como agradecimiento a su amor y apoyo incondicional, durante mi formación tanto personal como profesional.

A mí enamorada Mirtha Vargas Inocente, la razón de mi vida, mis fuerzas, mis aspiraciones, mi felicidad y convirtiéndose en el motivo y razón para levantarme y luchar todo los días.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios el haberme dado la vida, a él le debo todo lo que soy ahora y lo que llegaré a ser en el futuro, gracias por sus bendiciones y por llenarme de sabiduría mediante otras personas.

Agradecemos a la Universidad San Pedro por la formación académica en nuestra etapa de universitarios.

Agradecemos a los profesionales de la Universidad San Pedro por sus esfuerzos para que al final pudiéramos terminar la carrera y presentar nuestro proyecto.