

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL**



**Resistencia mecánica de un concreto $f'c=210$ kg/cm²
sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de
Roca de Granito**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Neciosup Tapia, Jahiro Jefeerson

Asesor:

Ruben Lopez Carranza

Chimbote -Perú

2018

PALABRAS CLAVES

Tema	Resistencia Mecánica de Concreto
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEY WORDS:

Theme	Resistance Mechanical of Concrete
Speciality	concrete technology

LINEAS DE INVESTIGACION:

Area	2. Ingeniería y Tecnología
Sub-area	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

TITULO:

Resistencia mecánica de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de roca de granito.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de observar el comportamiento del concreto sustituyéndole roca granito pulverizado respecto a la relación agua/cemento para mejorar la resistencia en comparación a un concreto convencional que cumpla las mejores especificaciones técnicas ASTM.

La metodología de la investigación consistió primero en comparar y seleccionar la roca granito para pulverizarlas y sustituirla al cemento en la relación *a/c*, para luego diseñar muestras de concreto utilizando cemento portland tipo I tratando de aumentar la resistencia a la compresión, para tal objetivo se realizó una serie de ensayos como ensayo de la resistencia a la compresión, ensayo de peso unitario compactado, ensayo de asentamiento, ensayo de contenido de aire; cuyos resultados fueron procesados, analizados e interpretados.

ABSTRACT

This research work was carried out with the objective of observing the behavior of concrete by replacing pulverized granite rock with respect to the water / cement ratio to improve the strength compared to a conventional concrete that meets the best ASTM technical specifications.

The methodology of the research consisted in first comparing and selecting the granite rock to pulverize them and replace it with cement in the ratio a / c, to then design concrete samples using type I portland cement trying to increase the compressive strength, for this purpose, a series of tests was carried out as a test of the compressive strength, compact unit weight test, settlement test, air content test; whose results were processed, analyzed and interpreted.

INDICE

Palabras Claves – Key words – Líneas de Investigación.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	36
RESULTADOS	76
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	88
ANEXOS.....	89
PANEL FOTOGRAFICO	122

INTRODUCCION

Los antecedentes referidos al estudio de investigación, después de haberse realizado la búsqueda bibliográfica estuvo orientada a determinar a aquellas Instituciones o Investigadores que han efectuado estudios relacionados con las propiedades de la roca granito relacionada a la sustitución parcial del cemento.

Arias (2001) nos dice que el granito destaca dentro de las rocas ígneas ácidas. Las rocas ígneas resultan del enfriamiento y solidificación de las masas de lava o magmas fundidas. Las rocas ígneas pueden ser ácidas, si el contenido de óxido de sílice es mayor de 62% ($\text{SiO}_2 > 62\%$) o básicas, si el contenido de óxido de sílice es menor de 62% ($\text{SiO}_2 < 62\%$).

Gass, Smith y Wilson (2002), indica la composición química de las roca Granito, el cual contiene SiO_2 72.3%, Al_2O_3 14% y CaO 1.4%.

Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de Oviedo (2012) Recuperado de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema3.MaterialesCONSTRUCCION.PETREOSNATURALES.pdf>, cita que las rocas ígneas basada en el tanto por ciento de sílice y en el tanto por ciento de sílice y el tamaño de grano, respectivamente. Pueden ser: - Ácidas: (> 66 % de sílice, tienen silicatos aluminicos que les dan colores claros y densidad de 2.3 a 2.7, es decir poco densas). - Intermedias (52- 66 % de sílice y rocas poco densas). - Básicas (45 - 50 % de sílice, sin cuarzo libre y con silicatos de Fe y Mg que les dan color oscuro. Rocas densas y bastante oscuras (basaltos y garbos) Se les denomina sima y forman la mayor parte de la corteza terrestre, flotando en ellas el sial (rocas ácidas) por ser más ligeras. - Ultrabásicas (0 - 45 de sílice y suelen ser rocas muy densas y de color oscuro (peridotita). El color depende de la cantidad de minerales ferromagnesianos que aparezca.

Tabla N°1.- Clasificación mineralógica de las rocas ígneas según el contenido de sílice.

SO 2 (%)	NOMBRE	COLOR	DENSIDAD	EJEMPLOS
0-45	Ultrabásicas	Muy oscuro	Muy densas	Peridotita
45-52	Básicas	Oscuro	Densas	Gabro, basalto
52-65	Intermedia	Claros	Poco densas	Diorita, andesita
65-100	Acida	Claros	Poco densas	Granito, riolita

Fuentes: Catalogo de Tesis - Universidad San Pedro.

Díaz & Bocanegra (2015), en su tesis se registra que adicionando polvo de roca gabro en un 5% a un concreto patrón se alcanzó una resistencia promedio que supera lo establecido que es de un 60% en los primeros 7 días. Asimismo, podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días incrementaron y superaron el 80% y 100% de lo establecido respectivamente. En conclusión, se obtuvieron buenos resultados de probetas adicionando polvo de roca gabro en comparación con las probetas patrón.

Llenque & Márquez (2015), en su tesis se registra que sustituyendo el cemento en un 5 % el polvo de roca Granito su resistencia fue menos 1.91% con respecto al diseño patrón, pero el material tiene propiedades cementantes ya que su resistencia iba aumentando a las 7, 14 y 28 días.

En la presente investigación tiene como justificación que se busca determinar la resistencia del concreto elaborado a base de roca de granito, sabiendo que el cemento es el material más costoso (transporte, energía eléctrica, etc.) y el más usado en la industria de la construcción; proponemos una nueva opción empleando el polvo de roca Granito como sustituto en reemplazo de un porcentaje del peso del cemento. Así estaremos disminuyendo su alto costo.

Disminuimos el alto grado de contaminación reduciendo las horas de energía; en que se quemara esta materia prima.

La existencia en gran cantidad de roca Granito en la zona permitiría aprovecharlas en la industria de la construcción.

El alto contenido de sílice y aluminio podría favorecer sobre la resistencia a la compresión de concretos.

Por lo cual formulamos el siguiente problema:

¿Cuál es el efecto de la sustitución de 7% y 10% de cemento por polvo de roca Granito en la resistencia de un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$?

La operacionalización y conceptualización de la variable es:

CONCRETO

El concreto es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas especialmente la resistencia.

CONCRETO= CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. (MCCORMAC, 2011, P. 1)

MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO

a. Ligantes:

a.1. Cemento

a.2. Agua

b. Agregados:

b.1. Agregado fino: Arena

b.2. Agregado grueso: Grava, piedra chancada, confitillo, escoria de horno.

Las etapas principales para la producción de un buen concreto son:

- Dosificación
- Mezclado
- Transporte
- Colocación
- Consolidación
- Curado

a. LIGANTES

a.1. CEMENTO PORTLAND

También llamado cemento hidráulico, es un conglomerante que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada concreto. Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. (ANTEZANA, 2006, P. 1)

Compuestos químicos del cemento portland:

Existen 4 compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento y son:

- **Silicato tricálcico (C₃S)**, es el que produce la alta resistencia inicial del cemento portland hidratado. La reacción del C₃S con agua desprende gran cantidad de calor (calor de hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta del cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación.
- **Silicato dicalcico (C₂S)**, es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta del cemento.
- **Aluminio tricálcico (C₃A)**, el yeso agregado al cemento portland durante la trituración y molienda en el proceso de fabricación se combina con el C₃A para controlar el tiempo de fraguado.
- **Aluminoferrita tricálcica (C₄AF)**, es semejante al C₃A porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia.

Las propiedades se han normalizado sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento portland (C150).

Clasificación Del Cemento Portland

- **TIPO I:** es el cemento destinado a obras de concreto en general, cuando las mismas no se especifican la utilización de los otros 4 tipos de cemento.
- **TIPO II:** Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación.
- **TIPO III;** Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo lo tipo II.
- **TIPO IV:** Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

¿QUE ES FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO?

Se llama fraguado del concreto a la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. Hay dos etapas de fraguado: a) Fraguado inicial, cuando la masa empieza a perder plasticidad; b) Fraguado final, cuando la pasta de cemento se convierte en un bloque rígido, es decir, deja de ser deformable.

El endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia. **(QUIROZ Y SALAMANCA, 2006, P. 10)**

¿QUE SIGNIFICA CALOR DE HIDRATAACION?

Durante el proceso de endurecimiento se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas y el calor puede liberarse, el calor de hidratación no es importante, pero al vaciar grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no puede liberarse, fácilmente, resulta un factor a tenerse muy en cuenta; la temperatura que genera la hidratación llega a los 50° C en presas, algunos investigadores han observado temperaturas mayores. Como la temperatura ambiente es menor se

producen descensos bruscos de ésta, ocasionando contracciones y en consecuencia rajaduras.

En el vaciado de grandes volúmenes es indispensable controlar este efecto si no se desea sufrir desagradables sorpresas. Se debe usar cemento de bajo calor de hidratación y/o puzolanas.

El calor de hidratación del cemento se mide en calorías gramo, cuanto, menor sea el calor de hidratación del cemento menor será la temperatura a que se eleve el concreto.

Los calores de hidratación son:

$C_3S = 120 \text{ cal/gr}$ $C_3A = 107 \text{ cal/gr}$
 $C_2S = 62 \text{ cal/gr}$ $C_4AF = 100 \text{ cal/gr}$

a.2. EL AGUA

Es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

b. AGREGADOS:

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Los agregados naturales se clasifican en:

b.1. Agregados finos: se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

b.2. Agregado Grueso: se define al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037, y pueden ser:

- **Grava**, comúnmente llamado “canto rodado”, proveniente de la disgregación, natural de las rocas por acción del hielo y otros agentes atmosféricos encontrándose en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.
- **Piedra partida o chancada**, se denomina así al agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas o gravas, como agregado grueso se puede usar cualquier tipo de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente.
Su función es dar volumen y aporta su propia resistencia.

b.3. MODULO DE FINEZA: Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3”, 1 ½ ”, ¾”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100.

Según la norma ASTM la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1.

Módulos de fineza comprendidos entre 2.2 y 2.8 producen Concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.

Módulos de fineza comprendidos entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia.

b.4. TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS: el tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura en la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso.

b.5. HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

- **Contenido de Humedad (w)**

El contenido de agua dentro de un agregado, expresado en porcentaje es por definición:

$$\% \text{ humedad} = \% w = \frac{H-S}{S} \times 100$$

Donde:

H = peso del agregado húmedo

S = peso del agregado en condición seca.

- **Absorción (a)**

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente se expresa generalmente en porcentaje.

$$\% \text{ absorción} = \% a = \frac{D-S}{S} \times 100$$

Donde:

D = peso del agregado saturado y superficialmente seco.

S = peso del agregado en condición seca

- **Humedad Superficial**

La humedad superficial viene dada por la diferencia entre el contenido de humedad (%w) y el porcentaje de absorción (%a).

Casos que se presentan:

- a) Si $\%w > \%a$, en este caso el agregado aporta agua a la mezcla (agua libre) y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para encontrar el agua efectiva o neta.
- b) Si $\%w < \%a$, en este caso el agregado tomará agua de la mezcla (agua que le falta) para llegar a la condición ideal, debiendo aumentarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

PROPIEDADES DEL 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 agregado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

Ensayo de consistencia del concreto.

- Método.

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o “SLUMP TEST”, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldado.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su “consistencia” o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de mezcla.

- Equipo

El equipo necesario consiste en un tronco de cono. Los dos círculos de las bases son paralelos entre sí midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos la altura del molde es de 30 cms.

El molde se construye con plancha de acero galvanizado, de espesor mínimo de 1.5mm. Se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica.

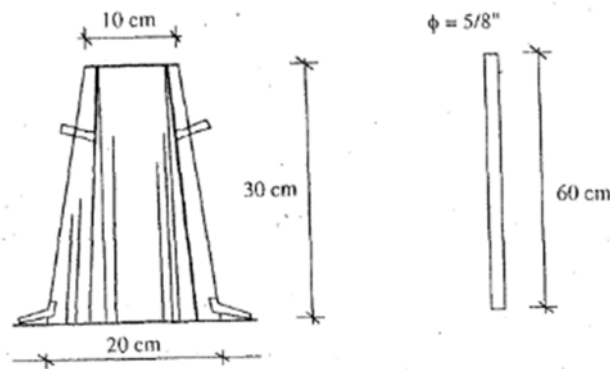


Figura 01: Cono de Abrams

- Procedimiento de ensayo

1. El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.
2. En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
3. La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical.
4. El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump.
5. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.

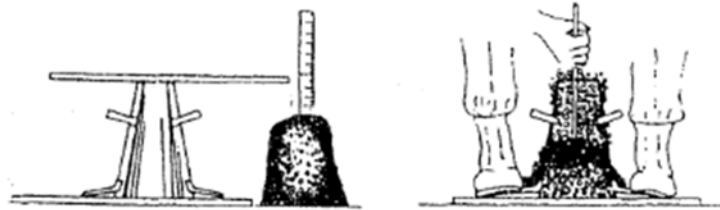


Figura 02: Prueba de Slump

- Clases de mezclas según su asentamiento

Tabla N°2.- Clasificación de prueba de slump

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plastica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	muy trabajable	Chuseado

- **Limitaciones de Aplicación**

El ensayo de Abrams sólo es aplicable en concretos plásticos, con asentamiento normal (mezclas ricas y con un correcto dosaje de agua). No tiene interés en las siguientes condiciones:

En el caso de concretos sin asentamiento, de muy alta resistencia. Cuando el contenido de agua es menor de 160 lts por m³ de mezcla.

En concretos con contenido de cemento inferior a 250 kg/m³.

Cuando existe un contenido apreciable de agregado grueso de tamaño máximo que sobrepasa las 2,5".

✓ **Segregación.**

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este, en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc.

✓ **Resistencia.**

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión.

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).

La resistencia a la compresión de un concreto (f^c) debe ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

a. Equipo en obra

- Moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" x 12")

- Barra compactadora de acero liso, de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma de semiesfera.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería.
- Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.

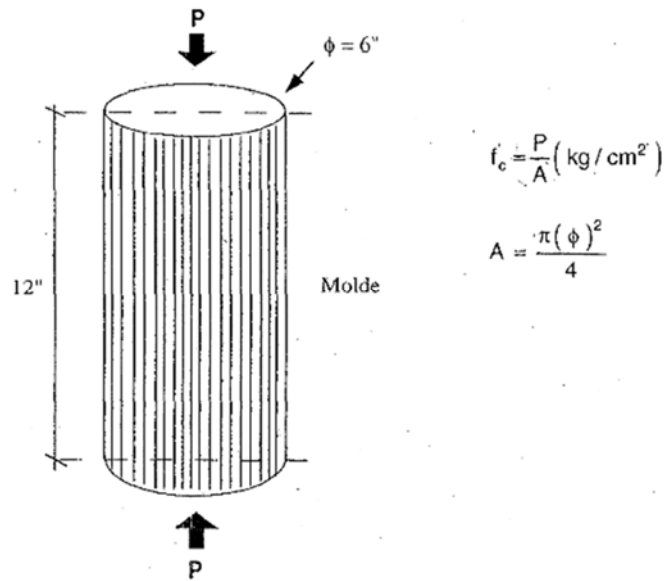


Figura 03: Molde de probeta cilíndrica

b. Procedimiento para obtener Muestra

- Se deberá obtener una muestra por cada 120 m³ de concreto producido ó 500 m² de superficie llenada y en todo caso no menos de un día.
- La muestra de concreto se colocará en una vasija impermeable y no absorbente, de tamaño tal que sea posible el remezclado, antes de llenar los moldes.
- Se deben preparar tres probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio.
- Generalmente la resistencia del concreto se evalúa a las edades de 7 y 28 días.
- Luego del remezclado, se llena de inmediato el molde hasta un tercio de su altura, compactando a continuación con la barra mediante 25 golpes verticales. El proceso se repite en las 2 capas siguientes, de manera que la barra penetre hasta la capa

precedente no más de 1". En la última, se coloca material en exceso, para enzarzar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.

- Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde, utilizando la barra de compactación, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.
- La superficie del cilindro será terminada con la barra o regla de madera, de manera de lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
- Las probetas se retirarán de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.

c. Factores que afectan la Resistencia

- **La relación agua- cemento (a/c).** - Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.
- **El contenido de cemento.** La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.
- **El tipo de cemento.** La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.
- **Las condiciones de curado.** Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

Ley de Powers

La resistencia del concreto es función del grado de hidratación del cemento, de la relación gel/espacio ocupada por el gel y de la relación agua cemento.

Es decir:

$$S = 2380x^3; \text{ siendo } x = \frac{0.647\alpha}{0.319\alpha + a/c}$$

Donde:

S = Resistencia del concreto a los 28 días, expresado en kg/cm^3 .

x = relación gel/espacio

α = grado de hidratación del cemento

a/c = relación agua – cemento

✓ **Exudación**

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

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

✓ **Durabilidad**

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie., acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

✓ **Impermeabilidad**

Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y, si están interconectadas, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. La inclusión de aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad.

PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL

Información Y Procedimiento Para El Diseño De Mezclas

Información

Será útil la siguiente información de materiales disponibles:

- a.- Análisis Granulométrico del Agregado fino y grueso.
- b.- Peso unitario del agregado grueso.
- c.- Peso específico de masa, porcentajes de absorción y humedad de los agregados a utilizarse.
- d.- Tipo y marca del cemento Portland escogido.
- e.- Peso específico del cemento Portland.
- f.- Requerimientos de agua de mezclado, en base a experiencias con los agregados disponibles.
- g.- Relaciones entre la resistencia y la relación agua cemento, para las combinaciones posibles de cemento y agregados.

Nota. - En el caso en que no se disponga de las 2 últimas informaciones (f,g), los valores estimados en las tablas N° 2 y N° 3 pueden ser utilizados.

Procedimiento

a) La obtención de los pesos de las mezclas de concreto especificado, se hace siguiendo una secuencia de pasos lógicos y directos, los cuales, acomodan las características de los materiales disponibles; en una mezcla adecuada para el trabajo.

El problema de la adecuabilidad, no se deja frecuentemente al criterio de quien va a diseñar la mezcla.

Las especificaciones con que el diseñador cuenta, pueden ser algunas o todas las siguientes:

- Máxima relación agua- cemento
- Mínimo contenido de cemento.
- Contenido de aire.
- Asentamiento (slump)

- Tamaño máximo de agregado
- Resistencia
- Otros requerimientos, tales como: Resistencia de sobre diseño, aditivos y tipos especiales de cemento o agregados.

b) Prescindiendo de si las características del concreto son dadas en las especificaciones o son dejadas al criterio de quien diseña las mezclas, obtendremos los pesos de las mezclas por metro cúbico de concreto de la siguiente manera:

PASO 1: Selección del Asentamiento

Si das especificaciones de obra no da el asentamiento de la mezcla a ser diseñada, utilizando la tabla N° 1, podemos seleccionar un valor adecuado para el determinado trabajo que se va a realizar.

Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

Tabla N°3.- ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCION

TIPOS DE CONSTRUCCION	MAXIMO*	MINIMO
-Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
-Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
-Vigas y muros reforzados	4"	1"
-Columnas de edificios	4"	1"
-Pavimentos y losas	3"	1"
-Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto.

Estos valores de asentamiento mostrado, se aplicarán cuando el método de consolidación utilizado sea vibración.

* Cuando se utilizan métodos de consolidación del concreto, diferentes de vibración, estos valores pueden ser incrementados en 1".

Concretos bombeables deben tener como mínimo 5" de asentamiento (slump).

PASO 2: Selección del tamaño máximo del agregado

Los concretos con mayor tamaño de agregados, requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura; en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejas, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Como ya se ha mencionado anteriormente, para una relación agua - cemento dada, la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

PASO 3: Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto necesario para obtener el asentamiento deseado, depende del tamaño máximo, perfil, textura y granulometría de los agregados, así como de la cantidad de aire incorporado, no siendo apreciablemente afectada por la cantidad de cemento.

La tabla N° 3, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Como se observará, la tabla N° 3 no toma en cuenta para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados.

Debemos hacer presente que estos valores tabulados son lo suficientemente aproximados para una primera estimación y que dependiendo del perfil, textura y granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar algo por encima o por debajo de dichos valores.

Estas diferencias en las demandas de agua no repercuten necesariamente en la resistencia final del concreto debido a que otros factores de compensación están involucrados. Así pues, por ejemplo, podemos esperar que 2 tipos de agregados, uno redondo y otro angular, ambos bien graduados y de buena calidad, produzcan concretos de muy similar resistencia a la comprensión para el mismo factor de cemento a pesar de las diferentes cantidades de agua de mezclado requerido (como consecuencia de las diferentes relaciones agua-cemento utilizadas). Podemos concluir diciendo que las formas de las partículas de un agregado no es un índice de la calidad de producción de resistencia.

La tabla N° 3 nos muestra además, la cantidad aproximada de aire atrapado a ser esperado en un concreto sin aire incorporado y el promedio recomendado del contenido total de aire para concretos en los, cuales el aire es incorporado intencionalmente por razones de durabilidad.

Es necesario recordar que concretos con aire incorporado, deberá siempre usarse para estructuras expuestas a ciclos de congelación y deshielo y generalmente para estructuras expuestas al agua de mar o sulfatas.

PASO N° 4: Selección de la relación agua-cemento (a/c)

La relación agua- cemento requerido es determinada teniendo en consideración no solamente la resistencia sino también factores como durabilidad y propiedades de acabado del concreto.

Desde que diferentes agregados y cementos, producen generalmente diferentes resistencias para una misma relación agua - cemento, es muy útil tener o desarrollar las interrelaciones entre la resistencia y la relación agua- cemento para los materiales a ser usados en la preparación de la mezcla.

En el caso de no contar con estos datos, valores aproximados y relativamente conservadores para concretos preparados con cemento Portland tipo 1 pueden ser tomados de la tabla N° 3 si en la preparación del concreto se utilizan materiales típicos, entonces las relaciones agua - cemento tabuladas producirán las resistencias mostradas, las cuales se han obtenido ensayando muestras a los 28 días, curados bajo condiciones estándares de laboratorio.

La resistencia promedio que se seleccione, deberá exceder a la resistencia especificada por el proyectista en un margen suficiente como para mantener el número de ensayos dentro de los límites especificados.

TABLA N° 4

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y DE CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS.

ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en l/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados								
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"	
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125	
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140	
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	---	
Cantidad aproximada de aire atrapado, en porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120	
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135	
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	---	
Promedio recomendado para el contenido total de aire, en porcentaje.	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3	

Fuente: Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto.

Estas cantidades de agua de mezclado se utilizarán en el cálculo del factor cemento en mezclas de prueba. Son valores máximos para agregado grueso angular y bien

formado, y cuya granulometría está dentro de las especificaciones aceptadas (ASTM C 33 ó ITINTEC 400.037) Los valores del asentamiento en concretos que contienen agregados con tamaño máximo mayor de 1 1/2", están basados en ensayos de asentamientos hechos después de retirar, por cernido húmedo las partículas mayores de 1 1/2".

La resistencia promedio (f'_{cp}) que se seleccione, deberá exceder a la resistencia especificada en los planos (f'_c) por el proyectista, en un margen suficiente como para mantener el número de ensayos dentro de los límites especificados (ver 4.3.3). Se calculará la relación a/c para el (f'_{cp})

Para condiciones de exposición severa, la relación agua - cemento deberá mantenerse baja, aun cuando los requerimientos de resistencia puedan cumplirse, con valores mayores. En la tabla N° 5 se muestran los máximos valores.

TABLA N° 5

RELACION AGUA- CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28DIAS (kg/cm ²)	RELACION AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORP.	CONCRETO CON AIRE INCORP.
450	0.38
400	0.43
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto.

$$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1 - tv}$$

* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje de aire mostrado en la tabla N°2. Para una relación agua-cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

Las resistencias se basan en cilindros de prueba de 15 x 30 cm, de curado húmedo durante 28 días, a una temperatura de 23°C, de acuerdo con la sección 9(b) de la norma

ASTM C. 31, que indica cómo hacer y curar especímenes para pruebas de compresión y flexión del concreto en obra. Las resistencias de los cubos de prueba serán mayores aproximadamente en 20%.

Las relaciones mostradas han sido obtenidas para un tamaño máximo del agregado comprendido entre 3/4" y 1" para una cantera dada. Se debe tener en cuenta que la resistencia producida por una relación agua - cemento dada se incrementará conforme el tamaño máximo del agregado disminuye.

TABLA N° 6

MAXIMA RELACION AGUA -CEMENTO PERMISIBLE PARA CONCRETOS SOMETIDOS A EXPOSICION SEVERA *

TIPO DE ESTRUCTURA	Estructuras que están continua o frecuentemente húmedas y expuestas a congelación y deshielo.	Estructuras expuestas al agua de mar o sulfatos.
Secciones delgadas y todas aquellas secciones con menos de 3cm. de recubrimiento.	0.45	0.40 **
Cualquier otro tipo de estructura.	0.45	0.40 **

Fuente: Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto.

* El concreto deberá ser con aire incorporado.

** Si es usado cemento resistente a los sulfatos (tipo II o tipo V de la norma ASTM C150), la relación agua- cemento permisible puede ser aumentado en 0.05.

PASO 5.- Cálculo del Contenido del Cemento.

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado (paso 3) dividido entre la relación agua- cemento (paso 4)

$$\text{contenido de cemento} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{agua de mezclado} \left(\frac{kg}{m^3} \right)}{\text{relacion} \frac{a}{c} \text{ (para } f'cp \text{)}}$$

Si las especificaciones indican un contenido mínimo de cemento, además de los requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla deberá diseñarse con aquel criterio que conduzca a una mayor cantidad de cemento.

Si las especificaciones indican un contenido mínimo de cemento, además de los requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla deberá diseñarse con aquel criterio que conduzca a una mayor cantidad de cemento.

El empleo de aditivos químicos o puzolana, afectará las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como endurecido, justificándose el empleo de estos productos por razones de economía o para procurar propiedades especiales del concreto.

Para la determinación de un primer estimado del contenido de cemento se puede trabajar con las recomendaciones obtenidas del productor del Aditivo, así como de las modificaciones de los requerimientos de agua de mezclado en el Paso N° 3 y relaciones de resistencia en el paso N° 4.

La determinación final del contenido de cemento deberá basarse en mezclas de prueba, ajustadas de acuerdo al paso N° 9 para obtener todas las propiedades deseadas en el concreto.

PASO 6. - Estimación del Contenido de Agregado Grueso.

Los agregados de esencialmente el mismo tamaño máximo y granulometría, producirán concreto de satisfactoria trabajabilidad, cuando un volumen dado de agregado grueso seco y compactado, es empleado por unidad de volumen de concreto.

La tabla N° 5, nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado. Como puede observarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, depende solamente de su tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino.

Las diferencias en la cantidad de mortero requerido por razones de trabajabilidad con diferentes agregados, debido a diferencias en el perfil y granulometría de las partículas, son compensadas automáticamente por las diferencias en el contenido de vacíos del material seco y compactado

El peso seco del agregado grueso por metro cúbico de concreto, en base al volumen seco y compactado del mismo, es igual al valor obtenido de la tabla N° 5, multiplicado por el peso unitario seco y compactado de) agregado grueso.

$$\langle \text{cantidad de agregado grueso (kg)} \rangle = \left[\begin{array}{c} \text{volumen de} \\ \text{agregado} \\ \text{grueso de la} \\ \text{tabla N°5 (m}^3\text{)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{peso unitario seco} \\ \text{y compactado del} \\ \text{agregado} \\ \text{grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \end{array} \right] \rangle$$

TABLA N° 7
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE
VOLUMEN DE CONCRETO

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino.			
	MÓDULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto.

Los volúmenes de agregado grueso mostrados, está en condición seca y compactada, tal como se describe en la norma ASTM C.29.

Estos volúmenes han sido seleccionados a partir de relaciones empíricas para producir concretos con un grado adecuado de trabajabilidad para construcciones armadas usuales.

Para concretos menos trabajables, tales como el requerido en la construcción de pavimentos, pueden incrementarse los valores en 10% aproximadamente.

Para concretos más trabajables, tales como los que pueden requerirse cuando la colocación es hecha por bombeo, los valores pueden reducirse hasta en un 10%.

El módulo de fineza de la arena = la suma de las relaciones (acumulativas) retenidas en mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 dividida por 100.

PASO 7.- Estimación del contenido de agregado fino.

Existen 2 métodos para la determinación del contenido de agregado fino, ambos se basan en el hecho de que una vez concluido el paso N° 6, todos los concreto, pudiendo hallarse el mismo por diferencia, empleando el método de los pesos o el método de los volúmenes. Es decir:

*Peso del agregado
fino(kg)*

$$= \text{Peso del concreto (kg)} - \left(\left[\begin{array}{l} \text{peso del} \\ \text{agregado} \\ \text{grueso(kg)} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Peso del} \\ \text{cemento} \\ \text{(kg)} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Peso del} \\ \text{agua de} \\ \text{mezclado} \\ \text{(kg)} \end{array} \right] \right)$$

a) Método de los Pesos

Generalmente el peso unitario del concreto fresco es conocido con relativa aproximación de experiencias previas con los materiales a ser utilizados en obra.

En ausencia de tal información, la tabla N° 6 puede ser empleada en un primer estimado, con la seguridad de que las proporciones obtenidas serán lo suficientemente aproximadas como para ser corregidas con un rápido y sencillo ajuste sobre la base de los resultados de las mezclas de ensayo.

La fórmula para calcular el peso del concreto fresco por metro cúbico es:

$$P.U. = 10 Y_{ag} (100-A) + C (1 - Y_{ag}/ Y_{ce}) - W (Y_{ag} - 1) \dots (\infty) \text{ donde:}$$

P.U. = Peso del concreto fresco en kg/m³

Y_{ag} = Peso Específico Promedio de la combinación de Agregados fino y grueso en condiciones S.S.S.

Y_{ce} - Peso Específico del cemento generalmente 3.15.

A = Contenido de aire en porcentaje W = Agua de mezclado requerido, en kg/m³ C = Cantidad de cemento requerido, en kg/m³.

b) Método de los Volúmenes Absolutos

Un procedimiento más exacto para el cálculo de la cantidad de agregado fino por metro cúbico de concreto, implica el empleo de los volúmenes desplazados por los ingredientes o volúmenes absolutos de los mismos.

En este caso el volumen absoluto del agregado fino es igual a la diferencia entre el volumen unitario de concreto y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes ya conocidos (cemento, agua, aire, agregado grueso).

El volumen absoluto ocupado en el concreto por cualquier ingrediente, es igual a su peso dividido por su peso específico.

$$\text{Volumen} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}}$$

TABLA N° 8

PRIMERA ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO FRESCO (*)

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	PRIMERA-ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO EN kg/m ³	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
3/8"	2285	2190
1/2"	2315	2235
3/4.	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355
2"	2445	2375
3"	2465	2400
6"	2505	2435

Fuente: Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto.

* Los valores han sido calculados empleando la ecuación (a) para concretos de riqueza media (330 kg. de cemento por m³ de concreto) y asentamiento medio para agregados con peso específico de 2.7.

Los requerimientos de agua se han basado en valores de 3" a 4" de asentamiento de la tabla N° 2.

Si se desea, la estimación del peso puede ser refinado como sigue:

- Por cada 5 kg. de diferencia de agua de mezclado de los valores de la tabla N° 2 para valores de asentamiento de 3" a 4", se debe corregir el peso por nF en 8 kgs. en la dirección opuesta.
- Por cada 20 kg. de diferencia en el contenido de cemento, de 330 kg. corregir el peso por nP en 3 kgs. en la misma dirección.

- Por cada 0.1 de variación en el peso específico del agregado, en relación a 2.7 corregir 70 kgs. en la misma dirección.

PASO 8.- Ajuste por contenido de humedad de los agregados.

Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto, se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que: contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la colada, debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

Por lo tanto:

$$\text{agregado grueso} \begin{cases} \text{Humedad total} = W_g \% \\ \% \text{ de absorción} = a_g \% \end{cases}$$

$$\text{agregado fino} \begin{cases} \text{Humedad total} = W_f \% \\ \% \text{ de absorción} = a_f \% \end{cases}$$

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo (kg)} = \left[\text{Peso del agregado grueso seco (kg)} \right] \times W_g \%$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo (kg)} = \left[\text{Peso del agregado fino seco (kg)} \right] \times W_f \%$$

PASO 9 - Ajuste de las mezclas o coladas de prueba

Las proporciones de la mezcla, calculadas siguiendo estas recomendaciones deben ser comprobadas, para lo cual se prepara mezclas de ensayo o de prueba con los materiales a ser empleados en obra, de acuerdo a la norma C192 del ASTM, o empleando tandas reales preparadas en obra. ‘

Se verificarán en estos ensayos las condiciones de trabajabilidad, adecuada ausencia de segregación y buen acabado, debiendo ajustar si son necesario las proporciones de la siguiente manera:

a. La cantidad de agua de mezclado necesaria para obtener el mismo asentamiento que el de la mezcla de prueba, deberá ser igual a la cantidad neta de agua de mezclado empleada, dividida por el rendimiento de la mezcla de prueba en m³.

Si el asentamiento de la mezcla de prueba no fue el correcto, se debe incrementar o disminuir el contenido de agua estimada en 2 lt/m³ de concreto por cada incremento o disminución de 1 era en el asentamiento deseado.

b. Para ajustar por el efecto de un contenido de aire incorrecto en una mezcla de prueba de un concreto con aire incorporado, se debe incrementar o reducir el contenido de agua de mezclado del acápite anterior en 3 lt/m³ de concreto por cada \% en que debe reducirse o incrementarse el contenido de aire respecto al de mezcla de prueba previa.

c. El peso unitario estimado nuevamente del concreto fresco para el ajuste de proporciones de la mezcla para prueba, es igual al peso unitario en kg/ m³ medido en la mezcla de prueba, reducido o incrementado por el porcentaje de incremento o disminución del contenido de aire de la mezcla ajustada respecto a la primera mezcla de prueba.

d. Deben calcularse nuevos pesos de mezcla, comenzando con el paso N° 4, si es necesario se modificará el volumen del agregado grueso de la tabla N° 5 para obtener una trabajabilidad apropiada.

Evaluación del grado de control

Todos los datos que se obtienen de ensayos están sujetos a variaciones, para gran número de datos existen ciertas medidas que indican la uniformidad del producto que se está ensayando y el cuidado con que se han hecho los ensayos.

La medida más común de la tendencia central de un conjunto de datos es el promedio, y las más comunes de grado de uniformidad son la desviación estándar y el coeficiente de variación.

- **Desviación estándar (σ).**- La desviación estándar se utiliza para evaluar la dispersión de datos respecto al promedio.

La manera de hallar la desviación estándar depende del número de muestras que se tenga en cuenta para la ejecución del control de calidad de la producción; así:

Para un número de muestras menores de 30:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Para un número de muestras mayores de 30:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}}$$

donde:

x = Resistencia a la compresión de la muestra

\bar{x} = Resistencia a la compresión promedio

n = número de muestras

La desviación estándar tiene las mismas unidades que los valores originales.

- **Coefficiente de variación (v).** - El coeficiente de variación es el resultado de dividir la desviación estándar entre la resistencia promedio.

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

El coeficiente de variación es adimensional y se expresa generalmente en porcentaje.

Los valores que relacionan el grado de control de calidad con el coeficiente de variación (v), se muestra en la tabla N° 8.

TABLA N° 9

GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE VARIACION V
• Ensayos de laboratorio	5%
• Excelente en obra	10% a 12%
• Bueno	15%
• Regular	18%
• Inferior	20%
• Malo	25%

Fuente: Rendimiento y elaboración de concreto de alta resistencia usando rocas como aditivos. Perú: Catalogo de Tesis - Universidad Nacional del Santa.

El coeficiente de variación de las muestras de ensayo tomadas en obra y utilizadas en el control de la resistencia a la compresión del concreto, toma en cuenta los

coeficientes de variación de la compañía constructora (v_1) y del laboratorio encargado del control (v_2) y se relacionan mediante la siguiente ecuación:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

- **Resistencia promedio (f'_{cp}).** -Para diseñar una mezcla de concreto de tal modo que no más de un cilindro entre 10, ó un cilindro entre 20, tenga una resistencia menor que la resistencia especificada por el proyectista ($f'c$), se tiene que proporcionar la mezcla para una resistencia promedio mayor (f'_{cp}). Esto se puede lograr aprovechando la experiencia previa. Para una primera estimación puede utilizarse la expresión dada por el Comité Europeo del Concreto.

$$f'_{cp} = \frac{f'c}{1 - tv}$$

f'_{cp} = Resistencia promedio necesaria

$f'c$ = Resistencia a la compresión especificada por el proyectista,

v = Coeficiente de variación prevista según el grado de control, expresado en forma decimal.

t = Constante que depende del porcentaje de datos que pueden ser menores que el especificado y del número de muestras necesario para establecer v .

Los valores del coeficiente “ t ” se dan en la tabla N° 9

Asimismo Walker encontró un método de cálculo de la resistencia promedio en función del coeficiente de variación de las muestras de ensayo y de otro coeficiente que depende del número de veces, 9 de cada 10 ó 99 de cada 100, que una muestra de ensayo pasa un determinado porcentaje de la resistencia de diseño especificada.

El coeficiente de aplicación se muestra en la tabla N° 11

TABLA N° 10
VALORES DE “t”

Número de muestras menos 1	Posibilidades de caer debajo del límite inferior		
	1 en 5	1 en 10	1 en 20
1	1.376	3.078	6.314
2	1.061	1.886	2.920
3	0,978	1.638	2.353
4	0.941	1.533	2.132
5	0.920	1.476	2.015
6	0.906	1.440	1.943
7	0.8%	1.415	1.895
8	0.889	1.397	1.860
9	0.883	1.383	1.838
10	0.879	1.372	1.812
15	0.866	1.341	1.753
20	0.860	1.325	1.725
25	0.856	1.316	1.708
30	0.854	1.310	1.697
+30	0.842	1.282	1.645

Fuente: Rendimiento y elaboración de concreto de alta resistencia usando rocas como aditivos. Perú: Catalogo de Tesis - Universidad Nacional del Santa.

t: Coeficiente que depende del número de resultados inferiores a P_c y del número de muestras empleadas para el cálculo del coeficiente de variación (v)

TABLA N° 11
RESISTENCIA PROMEDIO. PORCENTAJE DE LA RESISTENCIA ESPECIFICADA

Coeficiente de Variación v	Para 9 muestras de ensayo en 10 pasando el porcentaje de la resistencia especificada				Para 99 muestras de ensayo en 100 pasando el porcentaje de la resistencia especificada			
	100	90	80	70	100	90	80	70
5	107	--	--	--	113	102	--	--
10	115	103	--	--	130	117	104	--
12	118	106	--	--	139	125	111	--
15	124	111	100	--	154	139	123	108
18	130	117	104	--	173	155	138	121
20	135	121	108	--	188	169	150	131
25	147	133	118	103	241	216	192	168

Fuente: Tecnología del concreto. México: Instituto Mexicano del cemento y del concreto

TABLA N° 12
FACTORES PARA CALCULAR LA DESVIACION
ESTANDAR EN LOS ENSAYOS

N° de especímenes	$d2$	$1/d2$
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299
6	2.534	0.3946
7	2.704	0.3698
8	2.847	0.3512
9	2.970	0.3367
10	3.078	0.3249

Fuente: Tecnología del concreto. México: Instituto Mexicano del cemento y del concreto

TABLA N° 13
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO

Tamaño máximo Nominal del Agregado Grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Módulo de Fineza								
Agregado Fino - de 2.3 a 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
3"	34	32	30	28	41	38	36	34
Módulo de Fineza								
Agregado Fino - de 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
3"	35	33	31	30	43	40	38	36
Módulo de Fineza								
Agregado Fino - de 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42
3"	39	36	34	32	46	43	41	39

Fuente: Tecnología del concreto. México: Instituto Mexicano del cemento y del concreto

TABLA N° 14
MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/metro cúbico indicados.				
	5	6	7	8	9
3/8"	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Tecnología del concreto. México: Instituto Mexicano del cemento y del concreto

Los valores de la Tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

- Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobre arenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

ROCA GRANITO

CONCEPTO

El granito, también conocido como piedra berroqueña, es una roca ígnea de color claro y grano grueso que está compuesta de esencialmente por cuarzo (al menos un 20%), feldespato y mica. Es una roca leucocrática con cristales de tamaño medio hasta grande. Según los estándares de Unión Internacional de Ciencias Geológicas refiere una composición estricta, el término granito es a menudo usado dentro y fuera de la geología en un sentido más amplio incluyendo a rocas como tonalitas y sienitas de cuarzo. Los científicos para el uso amplio de granito han adoptado el término granitoide.

Los granitoides son las rocas más abundantes de la corteza continental superior. Los granitoides cubren el 4,5 % de la corteza terrestre y el 15 % de los continentes. (Diccionario de Ciencias de la Tierra, 2004, p.383)

ORIGEN

La roca granito carece de un origen único y se pueden formar de varias maneras. Los granitos provienen de magmas y los magmas de la fusión parcial o anatexia de rocas en la corteza o el manto terrestre. Según el origen del magma los granitoides pueden clasificarse en los tipos I, S, A y M.8 El tipo I deriva de magmas originados en el manto y la corteza inferior. El tipo S proviene de magma producto de la fusión parcial de rocas sedimentarias o de rocas de la corteza superior.

Al contrario de los tipos I y S que son comunes las zonas de orogénesis el tipo A, de anorogénico y alcalino,¹⁰ ocurre en contextos que no están asociados a la formación de cordilleras. El tipo M se distingue de los demás por tener una proveniencia directa de magmas del manto.

Los granitoides que son originados de la magma proveniente de la corteza inferior son relacionados por científicos con migmatitas de tal manera que se han interpretado estas últimas rocas de tres maneras: el producto de anatexia que origina a magma granítico, el producto de la inyección de magma granítico a rocas metamórficas, el producto de un proceso de transformación de roca metamórfica en granito en el sitio.

GRANITO EN LA CONSTRUCCION

En cuanto a su aplicación en la construcción, el granito es una de las rocas más empleadas sobre todo en forma de placas pulidas para revestimiento de exteriores e interiores. También se utiliza en grandes bloques como elemento arquitectónico de tipo sillería, mientras que triturada, o cuando está ya triturada de forma natural por la tectónica, se emplea como árido, e también directamente como balasto para líneas férreas. Las arenas que se forman por alteración sobre sus afloramientos también se pueden aprovechar para la construcción.

Al emplear los agregados en obras de ingeniería, por ejemplo en el caso de concretos hidráulicos, la resistencia de éstas, se relaciona directamente con la resistencia del agregado, resistencia estrechamente relacionada con la estructura de los granos de la partícula, o con el proceso de trituración y explotación; algunos procedimientos inadecuados inducen previamente fallas en las partículas. Se han desarrollado algunas pruebas para determinar la resistencia del agregado a la trituración, que permiten dar una idea acerca del comportamiento del agregado en el concreto.

COMPOSICION QUIMICA:

TABLA N° 15
COMPOSICION QUIMICA DE LA ROCA GRANITO

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Dióxido de silicio (SiO ₂)	54.558	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	36.996	
Oxido de magnesio (MgO)	8.260	
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.098	
Cloro (Cl)	0.049	
Oxido de paladio (PdO)	0.024	
Oxido de plata (Ag ₂ O)	0.015	

**Valores de óxidos calculados del análisis elemental.*

FUENTE: LABORATORIO LABICER - UNI

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Dependiente:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del concreto a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta bajo una carga 210Kg.	Kg/cm²

Variable independiente:

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Adición de polvo de roca granito	Es la sustitución del polvo de roca granito en un porcentaje del cemento en el diseño de concreto f ^c = 210 kg/cm ²	Porcentaje 7% y 10%.

Se plantea la siguiente hipótesis indicando que: cuando se sustituye un 7% y 10% del cemento por polvo de roca granito activada mecánicamente, se mejoraría resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

El objetivo general de esta investigación es: Determinar el efecto de la sustitución de 7% y 10% de cemento por polvo de Roca Granito en la resistencia de un concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 ; y como objetivos específicos tenemos:

1. Activar mecánicamente la roca granito a $75 \mu\text{m}$ y caracterizar la alcalinidad de la Roca Granito.
2. Elaborar probetas de concreto sustituidas con 0%, 7% y 10% de cemento por polvo de roca Granito
3. Determinar la resistencia de las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días.
4. Comparar los resultados.

METODOLOGIA DEL TRABAJO

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

TIPO DE INVESTIGACIÓN:




























El tipo de investigación es aplicada y explicativa, porque los resultados obtenidos sirvieron para la solución de problemas relacionados a la construcción, específicamente a las propiedades del concreto; explicando cómo se comportó la resistencia a la compresión del concreto cuando se sustituyen los porcentajes de 7% y 10% al cemento por polvo de Roca Granito.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño que le correspondió a esta investigación es de nivel experimental, porque se evaluó las dos muestras mencionadas mediante ensayos, donde se obtuvo los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental. En el cual se estudió el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución de un porcentaje de cemento por polvo de Roca Granito. El estudio en su mayor parte se concentró en las

pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos realizados, obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

DISEÑO DE BLOQUE COMPLETO AL AZAR

DIAS DE CURADO	<i>RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10% DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA GRANITO</i>		
	0%	7%	10%
7			
			
			
14			
			
			
28			
			
			

POBLACIÓN Y MUESTRA

- Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- La muestra estará constituida por 27 probetas de concreto con un diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. 9 probetas para 0% de polvo de roca Granito, 9 probetas para 7% de polvo de roca Granito.
- Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizaron las siguientes referencias:

- Polvo de roca Granito de Cerro Partido, Nuevo Chimbote.
- La piedra de 3/4 y arena para el diseño de probetas se compró en las canteras de Rubén.
- El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro
- Cemento portland Tipo I marca “PACASMAYO”

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	<p>Guía de observación Resumen.</p> <p>Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.</p>

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión (ver anexos).

PROCESO Y ANALISIS DE LOS DATOS

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel y con el SPSS v21.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

- Calculo de dosificación para el Diseño de Mezcla la probeta de concreto sustituidas el cemento por polvo de roca granito

- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba ANOVA para verificar la hipótesis.

MATERIALES A UTILIZAR

En esta parte mencionaremos que materiales vamos a utilizar para el diseño de mezcla para nuestras probetas tanto para el Diseño Patrón como para el Diseño de los Experimentales.

A continuación, mencionaremos los materiales que utilizaremos, con su respectivo concepto.

- **Agregado Grueso:** Son las piedras de $\frac{3}{4}$ ". Es uno de los principales componentes del concreto.
- **Agregado fino:** Es la arena gruesa que se emplea en el concreto para mejorar las propiedades de la mezcla e impedir la segregación.
- **Roca Granito:** Es una roca ígnea plutónica constituida esencialmente por cuarzo, feldespato y mica, son las rocas más abundantes de la corteza continental superior.
- **Batan:** Sirve para moler la Roca Granito.
- **Trompo Mezclador de 9P³:** Para hacer el concreto.
- **Cinta de embalaje:** Para forrar los moldes de las probetas antes de hechar el concreto.
- **Balanza:** Para pesar los materiales que utilizaremos para hacer el concreto.
- **Bugui:** para colocar el concreto ya mezclado.
- **Probetas:** Molde que sirve para colocar el concreto.
- **Cono de Abrams:** Sirve para ver el Slump del concreto.
- **Varilla:** sirve para chucear el concreto a la hora de colocar en las probetas, se chucea 25 veces en las tres capas.
- **Martillo de Goma:** Para golpear a las probetas después de haberse chuceado y no permita que se realicen cangrejas.
- **Palana:** Sirve para sacar los agregados de la cantera y colocarlos en un saco, también para hacer el cuarteo.

- **Taras:** Es un recipiente en donde se coloca las muestras.
- **Tamices:** Sirve para calcular la granulometría de los agregados gruesos y agregados finos.
- **Horno:** el horno lo encontramos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro, en la cual nos permite calcular el peso de los agregados finos y grueso en estado seco.
- **Agua:** Utilizaremos para hacer el concreto.
- **Maquinaria Para la Ruptura de Probetas:** Sirve hacer el ensayo a la compresión, es decir para calcular las resistencias de las probetas.

MÉTODOS

ROCA GRANITO

a. UBICACIÓN DE LA CANTERA DE ROCA GRANITO

La cantera en donde encontramos la roca granito se encuentra en Nuevo Chimbote, en el Cerro Partido.



b. EXTRACCIÓN DE LA ROCA GRANITO

Con el asesoramiento de un técnico especialista en rocas comenzamos a escoger la roca granito en el Cerro Partido.



c. TRITURACIÓN DE LA ROCA GRANITO

1. La Roca Granito lo chancamos con otra piedra hasta obtener piedras pequeñas.
2. Al tener las piedras pequeñas comenzamos a triturar con el batán de tal manera que quede en partículas muy finas.



d. TAMIZACIÓN DE LA ROCA GRANITO

Una vez triturado la roca Granito utilizamos la tela Organza adaptado a un colador para tamizar la roca pulverizada y tener una muestra homogénea.



e. ROCA GRANITO PULVERIZADA

De una roca de 2.0 kg se obtuvo 1.3 kg de roca Pulverizada.



f. ALMACENAMIENTO DE LA ROCA GRANITO PULVERIZADA

El polvo de Roca Granito se almacenó en una bolsa hecha de Papel.



ENSAYOS DE LABORATORIO

a. RECOLECCION DE LOS AGREGADOS

❖ AGREGADO FINO

La Arena Gruesa se recolectó en la cantera de Vesique.



❖ AGREGADO GRUESO

La Piedra Chancada de ¾" se recolecto en la Cantera de Rubén.



b. CONTENIDO DE HUMEDAD

Utilizaremos agregados que están parcialmente secos (al aire libre) para la determinación del contenido de humedad total de los agregados. Este método consiste en someter una muestra de agregado a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total.

❖ **AGREGADO FINO**



Ensayo N°	1	2	3
TARA N°			
Tara + suelo Húmedo (gr)	1194	1136	1165
Tara + suelo seco (gr)	1188	1132	1160
Peso del agua (gr)	6	4	5
Peso de la tara (gr)	208	200	204
Peso del suelo seco (gr)	980	932	956
Contenido de humedad (%)	0.61	0.43	0.52
Promedio contenido de humedad (%)	0.52		

❖ **AGREGADO GRUESO**



Ensayo N°	1	2	3
TARA N°			
Tara + suelo Húmedo (gr)	1048	994	1021
Tara + suelo seco (gr)	1040	990	1015
Peso del agua (gr)	8	4	6

Peso de la tara (gr)	202	202	202
Peso del suelo seco (gr)	838	788	813
Contenido de humedad (%)	0.95	0.51	0.74
Promedio contenido de humedad (%)	0.73		

c. PESOS UNITARIOS

Para hallar los Pesos Unitarios de los agregados, procedemos a calcularlo en el laboratorio de Suelo de la Universidad San Pedro

❖ AGREGADO FINO

En el siguiente cuadro mostraremos los resultados de los pesos unitarios del agregado fino (arena gruesa):



PESO UNITARIO SUELTO			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + muestra	7808	7756	7828
Peso del molde	3320	3320	3320
Peso de la muestra	4488	4436	4508
Volumen del molde	2788	2788	2788
Peso unitario	1610	1591	1617
Peso unitario promedio (kg/m³)	1606		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1598		

PESO UNITARIO COMPACTADO			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + muestra	8168	8178	8216
Peso del molde	3320	3320	3320
Peso de la muestra	4848	4858	4896
Volumen del molde	2788	2788	2788
Peso unitario	1739	1742	1756

Peso unitario promedio (kg/m3)	1746
CORREGIDO POR HUMEDAD	1737

❖ AGREGADO GRUESO

En el Laboratorio de Suelos obtuvimos los siguientes pesos unitarios del agregado grueso (Piedra Chancada $\frac{3}{4}$ "):



PESO UNITARIO SUELTO			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + muestra	19050	19050	19100
Peso del molde	5100	5100	5100
Peso de la muestra	13950	13950	14000
Volumen del molde	9354	9354	9354
Peso unitario	1491	1491	1497
Peso unitario promedio (kg/m3)	1493		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1482		

PESO UNITARIO COMPACTADO			
ENSAYO N°	1	2	3
Peso del molde + muestra	19550	19550	19550
Peso del molde	5100	5100	5100
Peso de la muestra	14450	14450	14450
Volumen del molde	9354	9354	9354
Peso unitario	1545	1545	1545
Peso unitario promedio (kg/m3)	1545		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1534		

d. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION EN AGREGADO

❖ AGREGADO FINO

En el Laboratorio de Suelos obtuvimos los datos de la gravedad específica y de la Absorción del agregado fino (arena), en el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos:



A	Peso del material saturado superficialmente seco (aire) gr	300.00
B	Peso de picometro + agua (gr)	668.00
C	(A+B)	968.00
D	Peso de picometro + agua + material (gr)	858.60
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D) cm ³	109.40
F	Peso de material seco en estufa (gr)	296.60
G	Volumen de masa (E-(A-F))	106.00
H	P.e. Bulk (Base seca) (F/E)	2.71
I	P.e. Bulk (Base saturada) (A/E)	2.74
J	P.e. Aparente (Base seca) (F/G)	2.80
K	Absorción (%) ((D-A)/A*100)	1.15

❖ **AGREGADO GRUESO**



A	Peso del material saturado superficialmente seco (aire) gr	1359.50	1396.60
B	Peso del material saturado superficialmente seco (agua) gr	879.80	903.30
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	479.70	493.30
D	Peso del material seco en estufa	1350.50	1386.70
E	Volumen de masa (C-(A-D)) cm ³	470.70	483.40
F	P.e. Bulk (Base seca) (D/C)	2.815	2.811
G	P.e. Bulk (Base saturada) (A/C)	2.834	2.831
H	P.e. Aparente (Base seca) (D/E)	2.869	2.869
I	Absorción (%) ((A-D)/A*100)	0.67	0.71

e. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

Este método consiste en la determinación por tamices de la distribución del tamaño de las partículas de agregados finos y gruesos.

Para una gradación óptima, los agregados se separan mediante el tamizado, en dos o tres grupos de diferentes tamaños para las arenas, y en varios grupos de diferentes tamaños para los gruesos.

La gradación es importante para el componente del concreto ya que afecta la calidad del material.

Uno de los objetivos importantes de la granulometría es que calcula si los agregados se encuentran dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla y también para elaborar un concreto de buena calidad.

En esta parte presentamos la granulometría de nuestros agregados, en la cual lo elaboramos en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro:



❖ **AGREGADO FINO:**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO					
TAMIZ		Peso retenido (gr)	% ret Parcial (%)	% ret Acumulado (%)	% Que pasa (gr)
Nº	Abert. (mm)				
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,52	0,00	0,00	0,00	100,00

N° 4	4,76	7,10	0,71	0,71	99,29
N° 8	2,36	68,70	6,88	7,60	92,40
N° 16	1,18	220,60	22,11	29,70	70,30
N° 30	0,6	265,00	26,56	56,26	43,74
N° 50	0,3	186,30	18,67	74,93	25,07
N° 100	0,15	145,20	14,55	89,48	10,52
N° 200	0,08	78,90	7,91	97,38	2,62
PLATO	ASTM C-117-04	26,10	2,62	100,00	0,00
Total		997,90	100,00		

Módulo de fineza

$$M.F. = \frac{0.71 + 7.60 + 29.70 + 56.26 + 74.93 + 89.48}{100} = 2.59$$

❖ **AGREGADO GRUESO:**

En este cuadro mostramos los resultados de nuestro tamizado con respecto a la piedra.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO					
TAMIZ		Peso retenido	% ret Parcial	% ret Acumulado	% Que pasa
N°	Abert. (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76,2	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,5	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	239,40	11,99	11,99	88,01
3/4"	19,1	1241,80	62,20	74,19	25,81
1/2"	12,5	496,10	24,85	99,04	0,96
3/8"	9,52	16,40	0,82	99,86	0,14
N° 4	4,76	2,70	0,14	100,00	0,00
N° 8	2,36	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 16	1,18	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,6	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,3	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,15	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,08	0,00	0,00	100,00	0,00

PLATO	ASTM C-117-04	0,00	0,00	100,00	0,00
Total		1996,40	100,00		

Tamaño máximo nominal: 1”

Nº Huso (Ref. ASTM C-33): 5

f. PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE ROCA GRANITO

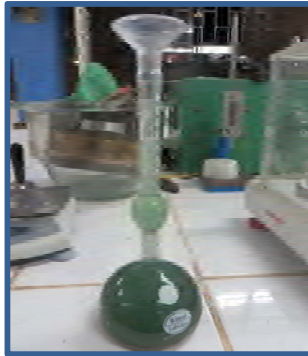
Es la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.



Se agregó gasolina 96 a la Fiola hasta el nivel 0 y se pone en baño maría a temperatura de 22°C, se deja que la gasolina suba todo lo que se pueda, luego se retira y se vuelve a dejar en el nivel 0



Luego se pesó 64 gr del polvo de Roca Granito y se añade a la fiola.



Se toma lectura, el cual nos dio 21.5 Por lo tanto el peso específico de la roca granito es 2.97 gr/cm³

g. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRON (METODO ACI)

Antes de hacer las probetas Patrón calculamos el Diseño de Mezcla de Concreto, mediante el Método ACI.

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO FINO		UND
1	P. Unitario Suelto Seco	1598	Kg/m ³
2	P. Unitario Compactado Seco	1737	Kg/m ³
3	P. Especifico Masa Seca	2,71	
4	Contenido de Humedad	0,52	%
5	Absorción	1,15	%
6	Módulo de Fineza	2,59	

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO GRUESO		UND
7	P. Unitario Suelto Seco	1482	Kg/m ³
8	P. Unitario Compactado Seco	1534	Kg/m ³
9	P. Especifico Masa Seca	2,81	
10	Contenido de Humedad	0,73	%
11	Absorción	0,69	%
12	Tamaño Maximo Nominal	1	"

ITEM	DATOS DE TABLA PARA 1M ³ DE CONCRETO		UND
13	Contenido total de Aire x 1m ³ de concreto (Tabla n3.a)	1,50	%
14	Volumen unitario de agua de mezclado (Tabla n°2)	193,00	lts/m ³
15	P. Especifico Cemento (Propiedades físicas tipo cemento)	3,12	gr/cm ³
16	Resistencia promedio requerida	210,00	kg/cm ²

17	Relacion Agua-Cemento (Tabla n°4.a o n°4.b)	0,684	
18	Factor de Cemento x m3 de concreto	282,164	kg/cm3
19	Cantidad de agregado grueso x m3 de Concreto (Tabla n°6)	0,691	m3

ITEM	VOLUMENES ABSOLUTOS DE MATERIALES		
20	Cemento:	0,09	m3
21	Agregado Fino:	0,34	m3
22	Agregado Grueso:	0,38	m3
23	Agua:	0,19	m3
24	Aire:	0,015	m3

ITEM	PESOS SECOS DE LOS MATERIALES (1m3 concreto)		
25	Cemento:	282,164	kg/m3
26	Agregado Fino:	879,001	kg/m3
27	Agregado Grueso:	1059,701	kg/m3
28	Agua:	192,115	lts/bolsa

ITEM	CORRECCION POR HUMEDAD DE MATERIALES (1m3 concreto)		
29	Cemento:	282,164	kg/m3
30	Agregado Fino:	883,805	kg/m3
31	Agregado Grueso:	1067,475	kg/m3
32	Agua:	198,066	lts/bolsa

ITEM	PROPORCIONES EN PESO		
33	Cemento:	1	kg
34	Agregado Fino:	3,11	kg
35	Agregado Grueso:	3,76	kg
36	Agua:	0.70	lts/kg

ITEM	PROPORCIONES EN Pie3 (1m3 concreto)		
37	Cemento:	6,64	bolsa
38	Agregado Fino:	19,43	pie3
39	Agregado Grueso:	25,25	pie3
40	Agua:	29.66	lts/bolsa

ITEM	PROPORCION EN VOLUMEN		
41	Cemento:	1	
42	Agregado Fino:	2,91	
43	Agregado Grueso:	3,78	
44	Agua:	29.66	lts/bolsa

h. DOSIFICACION DEL CONCRETO PATRON

PROBETA DE CONCRETO CONVENCIONAL $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, utilizaremos:

- CEMENTO : $1 \times 282.16 \times 0.0053(1 + 0.15) = 1.75 \text{ Kg/probeta}$
 - ARENA : $1 \times 883.81 \times 0.0053(1 + 0.15) = 5.45 \text{ Kg/probeta}$
 - PIEDRA : $1 \times 1067.48 \times 0.0053(1 + 0.15) = 6.58 \text{ Kg/probeta}$
 - AGUA : $1 \times 198.066 \times 0.0053(1 + 0.15) = 1.22 \text{ Kg/probeta}$
-
- 15.00 Kg/probeta

POR LO TANTO LA DOSIFICACION DEL CONCRETO PARA PROBETAS CONVENCIONAL $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$:

CEMENTO: ARENA: PIEDRA: AGUA

$$\frac{1.75}{1.75} : \frac{5.45}{1.75} : \frac{6.58}{1.75}$$

$$1 : 3.11 : 3.76 : 1.22 \text{ Lt/probeta}$$

$$\text{Relación a/c}=0.70$$

PARA ELABORAR LAS PROBETAS, NOSOTROS VAMOS A MEDIR LOS AGREGADOS POR PESO Y POR LA CANTIDAD DE PROBETAS QUE UTILIZAREMOS.

- CEMENTO : $1.75 \text{ Kg} \times 10 = 17.50 \text{ Kg}$
- AGUA : $1.22 \text{ Kg} \times 10 = 12.20 \text{ kg}$
- ARENA : $5.45 \text{ Kg} \times 10 = 54.50 \text{ kg}$
- PIEDRA : $6.58 \text{ Kg} \times 10 = 65.80 \text{ kg}$

i. ELABORACION DEL CONCRETO PATRON

Las 9 probetas de diseño patrón se realizó el día 14 de abril del 2016.

Una vez calculado la dosificación del concreto patrón, procedemos a elaborar las probetas diseño patrón.



- Teniendo la dosificación por probeta comenzamos a pesar los materiales para 9 probetas más el ensayo del slump, que se hizo en el cono de Abrams.



- Se procedió a echar primero el agregado fino y grueso después mezclarlos por 1 minuto, luego se añadió cemento, agua y por último se mezcló por 3 min.



- Se realizó el ensayo de consistencia con la presencia de nuestro asesor, el Ing. Rubén López Carranza, el cual verificó que el asentamiento del concreto nos dio 4", es decir, cumple con las especificaciones del diseño.



- El concreto se vació en los moldes en 3 capas, en cada capa se da 25 varilladas en forma de espiral y luego se golpea las paredes del molde con un martillo de goma.



- Se procedió a desencofrar las probetas entre las 16 y 24 horas después de haberse realizado el vaciado, como se muestra en la imagen.



- Ya desencofradas las probetas se sumergieron en agua para su curado respectivo, para que luego se proceda hacer sus ensayos a los 7, 14 y 28 días.

Las 9 probetas de diseño experimental al 3% se realizaron el día 28 de abril del 2016.

- Se mezcló el cemento y la roca granito pulverizada en un balde para luego proceder a echar al trompo mezclador de 9p3, primero el agradado fino y grueso por 1 minuto, luego el agua para ser mezclado por 3 min.



- Se realizó el ensayo de consistencia, tal como se muestra en la imagen, y nos dio 3.5", es decir cumple con las especificaciones de diseño.



- El concreto se vació en los moldes en 3 capas, en cada capa se da 25 varilladas en forma de espiral y luego se golpea las paredes del molde con un martillo de goma, así como se muestra en la imagen.



- Se procedió a desencofrar las probetas entre las 16 y 24 horas después de haberse realizado el vaciado, como se muestra en la imagen, ya desencofradas las probetas se sumergieron en agua para su curado respectivo, para que luego se proceda hacer sus ensayos a los 7, 14 y 28 días.

j. . DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - SUSTITUCION 7%

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO FINO		UND
1	P. Unitario Suelto Seco	1598	Kg/m3
2	P. Unitario Compactado Seco	1737	Kg/m3
3	P. Especifico Masa Seca	2.71	
4	Contenido de Humedad	0.52	%
5	Absorción	1.15	%
6	Módulo de Fineza	2.59	

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO GRUESO		UND
7	P. Unitario Suelto Seco	1482	Kg/m3
8	P. Unitario Compactado Seco	1534	Kg/m3
9	P. Especifico Masa Seca	2.81	
10	Contenido de Humedad	0.73	%
11	Absorción	0.69	%
12	Tamaño Máximo Nominal	1	"

ITEM	DATOS DE TABLA PARA 1M3 DE CONCRETO		UND
13	Contenido total de Aire x 1m3 de concreto (Tabla n3.a)	1.50	%
14	Volumen unitario de agua de mezclado (Tabla n°2)	193.00	lts/m3

15	P. Específico Cemento (Propiedades físicas tipo cemento)	3.12	gr/cm3
16	Resistencia promedio requerida	210.00	kg/cm2
17	Relacion Agua-Cemento (Tabla n°4.a o n°4.b)	0.684	
18	Factor de Cemento x m3 de concreto	263.950	kg/cm3
19	Cantidad de agregado grueso x m3 de Concreto (Tabla n°6)	0.691	m3

ITEM	VOLUMENES ABSOLUTOS DE MATERIALES		
20	Cemento:	0.084	m3
21	Agregado Fino:	0.324	m3
22	Agregado Grueso:	0.377	m3
23	Agua:	0.193	m3
24	Aire:	0.015	m3
25	POLVO DE ROCA GRANITO 7% SUSTITUCION	0.007	m3

ITEM	PESOS SECOS DE LOS MATERIALES (1m3 concreto)		
26	Cemento:	263.950	kg/m3
27	Agregado Fino:	879.230	kg/m3
28	Agregado Grueso:	1059.730	kg/m3
29	Agua:	193.000	lts/m3
30	POLVO DE ROCA GRANITO 7% SUSTITUCION	19.787	kg/m3

ITEM	CORRECCION POR HUMEDAD DE MATERIALES (1m3 concreto)		
31	Cemento:	263.950	kg/m3
32	Agregado Fino:	883.805	kg/m3
33	Agregado Grueso:	1067.475	kg/m3
34	Agua:	199.870	lts/m3
35	POLVO DE ROCA GRANITO 7% SUSTITUCION	19.787	kg/m3

ITEM	PROPORCIONES EN PESO		
36	Cemento:	1	kg
37	Agregado Fino:	3.35	kg
38	Agregado Grueso:	4.04	kg
39	Agua:	0.76	lts/kg
40	POLVO DE ROCA GRANITO 7% SUSTITUCION	0.07	kg/m3

ITEM	PROPORCIONES EN Pie3 (1m3 concreto)		
41	Cemento:	6.21	bolsa
42	Agregado Fino:	19.44	pie3
43	Agregado Grueso:	25.25	pie3
44	Agua:	32.183	lts/bolsa
45	POLVO DE ROCA GRANITO 7% SUSTITUCION	0.43	kg/m3

ITEM	PROPORCION EN VOLUMEN		
46	Cemento:	1	
47	Agregado Fino:	3.13	
48	Agregado Grueso:	4.07	
49	Agua:	32.183	lts/bolsa
50	POLVO DE ROCA GRANITO 7% SUSTITUCION	0.07	kg/m3

k. DOSIFICACION DEL CONCRETO - SUSTITUCION 7%

PROBETA DE CONCRETO EXPERIMENTAL utilizaremos:

- CEMENTO : $1 \times 263.95 \times 0.0053(1 + 0.15) = 1.63$ Kg/probeta
- ARENA : $1 \times 883.81 \times 0.0053(1 + 0.15) = 5.45$ Kg/probeta
- PIEDRA : $1 \times 1067.48 \times 0.0053(1 + 0.15) = 6.58$ Kg/probeta
- AGUA : $1 \times 199.87 \times 0.0053(1 + 0.15) = 1.22$ Kg/probeta
- ROCA : $1 \times 19.787 \times 0.0053(1 + 0.15) = 0.12$ Kg/probeta

15.00 Kg/probeta

POR LO TANTO LA DOSIFICACION DEL CONCRETO PARA PROBETAS CON SUSTITUCION AL 7% DE ROCA GRANITO ES:

CEMENTO: ROCA: ARENA: PIEDRA: AGUA

$$\frac{1.63}{1.63} : \frac{0.12}{1.63} : \frac{5.45}{1.63} : \frac{6.58}{1.63}$$

$$1 : 0.07 : 3.35 : 4.04 : 1.22 \text{ Lt/probeta}$$

Relación a/c=0.684

PARA ELABORAR LAS PROBETAS, NOSOTROS VAMOS A MEDIR LOS AGREGADOS POR PESO Y POR LA CANTIDAD DE PROBETAS QUE UTILIZAREMOS.

- CEMENTO : 1.63 Kg x 10 = 16.30 Kg
- AGUA : 1.22 Kg x 10 = 12.20 kg
- ARENA : 5.45 Kg x 10 = 54.50 kg
- PIEDRA : 6.58 Kg x 10 = 65.80 kg
- ROCA : 0.12 Kg x 10 = 1.20 kg

ñ. ELABORACION CONCRETO EXPERIMENTAL - SUSTITUCION 7%



- Se procedió hacer la limpieza respectiva de los moldes de las probetas la cual se forro con cinta de embalaje para proteger al concreto del óxido que trae las probetas.

Las 9 probetas de diseño experimental al 7% se realizaron el día 17 de Julio del 2016.



- Teniendo la dosificación experimental por probeta, comenzamos a pesar los materiales para 9 probetas, de igual manera la roca granito pulverizada al 7% de la sustitución del cemento.



- Se mezcló el cemento y la roca granito pulverizada en un balde para luego proceder a echar al trompo mezclador de 9p3, primero el agradado fino y grueso por 1 minuto, luego el agua para ser mezclado por 3 min.



- Se realizó el ensayo de consistencia, tal como se muestra en la imagen, y nos dio 3.2”, es decir cumple con las especificaciones de diseño.



- El concreto se vació en los moldes en 3 capas, en cada capa se da 25 varilladas en forma de espiral y luego se golpea las paredes del molde con un martillo de goma, así como se muestra en la imagen.



- Se procedió a desencofrar las probetas entre las 16 y 24 horas después de haberse realizado el vaciado, como se muestra en la imagen, ya desencofradas las probetas se sumergieron en agua para su curado respectivo, para que luego se proceda hacer sus ensayos a los 7, 14 y 28 días.

I. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - SUSTITUCION 10%

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO FINO		UND
1	P. Unitario Suelto Seco	1598	Kg/m3
2	P. Unitario Compactado Seco	1737	Kg/m3
3	P. Especifico Masa Seca	2.71	
4	Contenido de Humedad	0.52	%
5	Absorción	1.15	%
6	Módulo de Fineza	2.59	

ITEM	DESCRIPCION AGREGADO GRUESO		UND
7	P. Unitario Suelto Seco	1482	Kg/m3
8	P. Unitario Compactado Seco	1534	Kg/m3
9	P. Especifico Masa Seca	2.81	
10	Contenido de Humedad	0.73	%
11	Absorción	0.69	%
12	Tamaño Maximo Nominal	1	"

ITEM	DATOS DE TABLA PARA 1M3 DE CONCRETO		UND
13	Contenido total de Aire x 1m3 de concreto (Tabla n3.a)	1.50	%
14	Volumen unitario de agua de mezclado (Tabla n°2)	193.00	lts/m3

15	P. Específico Cemento (Propiedades físicas tipo cemento)	3.12	gr/cm3
16	Resistencia promedio requerida	210.00	kg/cm2
17	Relación Agua-Cemento (Tabla n°4.a o n°4.b)	0.684	
18	Factor de Cemento x m3 de concreto	256.100	kg/cm3
19	Cantidad de agregado grueso x m3 de Concreto (Tabla n°6)	0.691	m3

ITEM	VOLUMENES ABSOLUTOS DE MATERIALES		
20	Cemento:	0.081	m3
21	Agregado Fino:	0.324	m3
22	Agregado Grueso:	0.377	m3
23	Agua:	0.193	m3
24	Aire:	0.015	m3
25	POLVO DE ROCA GRANITO 10% SUSTITUCION	0.010	m3

ITEM	PESOS SECOS DE LOS MATERIALES (1m3 concreto)		
26	Cemento:	256.100	kg/m3
27	Agregado Fino:	879.230	kg/m3
28	Agregado Grueso:	1059.730	kg/m3
29	Agua:	193.000	lts/m3
30	POLVO DE ROCA GRANITO 10% SUSTITUCION	26.882	kg/m3

ITEM	CORRECCION POR HUMEDAD DE MATERIALES (1m3 concreto)		
31	Cemento:	256.100	kg/m3
32	Agregado Fino:	883.805	kg/m3
33	Agregado Grueso:	1067.475	kg/m3
34	Agua:	199.870	lts/m3
35	POLVO DE ROCA GRANITO 10% SUSTITUCION	26.882	kg/m3

ITEM	PROPORCIONES EN PESO		
36	Cemento:	1	kg
37	Agregado Fino:	3.45	kg
38	Agregado Grueso:	4.17	kg
39	Agua:	0.78	lts/kg
40	POLVO DE ROCA GRANITO 10% SUSTITUCION	0.10	kg/m3

ITEM	PROPORCIONES EN Pie3 (1m3 concreto)		
41	Cemento:	6.03	bolsa
42	Agregado Fino:	19.44	pie3
43	Agregado Grueso:	25.25	pie3
44	Agua:	33.169	lts/bolsa
45	POLVO DE ROCA GRANITO 10% SUSTITUCION	0.60	kg/m3

ITEM	PROPORCION EN VOLUMEN		
46	Cemento:	1	
47	Agregado Fino:	3.23	
48	Agregado Grueso:	4.19	
49	Agua:	33.169	lts/bolsa
50	POLVO DE ROCA GRANITO 10% SUSTITUCION	0.10	kg/m3

m. DOSIFICACION DEL CONCRETO - SUSTITUCION 10%

PROBETA DE CONCRETO EXPERIMENTAL utilizaremos:

- CEMENTO : $1 \times 256.10 \times 0.0053(1 + 0.15) = 1.58$ Kg/probeta
- ARENA : $1 \times 883.81 \times 0.0053(1 + 0.15) = 5.45$ Kg/probeta
- PIEDRA : $1 \times 1067.48 \times 0.0053(1 + 0.15) = 6.58$ Kg/probeta
- AGUA : $1 \times 199.87 \times 0.0053(1 + 0.15) = 1.22$ Kg/probeta
- ROCA : $1 \times 26.88 \times 0.0053(1 + 0.15) = 0.17$ Kg/probeta

15.00 Kg/probeta

POR LO TANTO, LA DOSIFICACION DEL CONCRETO PARA PROBETAS CON SUSTITUCION AL 10% DE ROCA GRANITO ES:

CEMENTO: ROCA: ARENA: PIEDRA: AGUA

$$\frac{1.58}{1.58} : \frac{0.17}{1.58} : \frac{5.45}{1.58} : \frac{6.58}{1.58}$$

$$1 : 0.10 : 3.45 : 4.17 : 1.22 \text{ Lt/probeta}$$

Relación a/c=0.684

PARA ELABORAR LAS PROBETAS, NOSOTROS VAMOS A MEDIR LOS AGREGADOS POR PESO Y POR LA CANTIDAD DE PROBETAS QUE UTILIZAREMOS.

- CEMENTO : 1.58 Kg x 10 = 15.80 Kg
- AGUA : 1.22 Kg x 10 = 12.20 kg
- ARENA : 5.45 Kg x 10 = 54.50 kg
- PIEDRA : 6.58 Kg x 10 = 65.80 kg
- ROCA : 0.17 Kg x 10 = 1.70 kg

n. ELABORACION CONCRETO EXPERIMENTAL - SUSTITUCION 10%



- Se procedió hacer la limpieza respectiva de los moldes de las probetas la cual se forro con cinta masking para proteger al concreto del óxido que trae las probetas.

Las 9 probetas de diseño experimental al 10% se realizaron el día 19 de Julio del 2016.



- Teniendo la dosificación experimental por probeta, comenzamos a pesar los materiales para 9 probetas, de igual manera la roca granito pulverizada al 10% de la sustitución del cemento.



- Se mezcló el cemento y la roca granito pulverizada en un balde para luego proceder a echar al trompo mezclador de 9p3, primero el agradado fino y grueso por 1 minuto, luego el agua para ser mezclado por 3 min.



- Se realizó el ensayo de consistencia, tal como se muestra en la imagen, y nos dio 3", es decir cumple con las especificaciones de diseño.



- El concreto se vació en los moldes en 3 capas, en cada capa se da 25 varilladas en forma de espiral y luego se golpea las paredes del molde con un martillo de goma, así como se muestra en la imagen.



- Se procedió a desencofrar las probetas entre las 16 y 24 horas después de haberse realizado el vaciado, como se muestra en la imagen, ya desencofradas las probetas se sumergieron en agua para su curado respectivo, para que luego se proceda hacer sus ensayos a los 7, 14 y 28 días.

o. CANTIDAD DE ROCA GRANITO PULVERIZADA

EN ESTA PARTE SE VERÁ LA CANTIDAD DE ROCA PULVERIZADA QUE SE UTILIZARÁ PARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL POR PROBETA.

→ PROBETA DE CONCRETO SUSTITUYENDO 7% AL CEMENTO POR EL POLVO DE ROCA DE GRANITO:

- CEMENTO : 1.63 Kg
- GRANITO : 0.12 Kg (7% DE SUSTITUCIÓN)

→ PROBETA DE CONCRETO SUSTITUYENDO 10% AL CEMENTO POR EL POLVO DE ROCA DE GRANITO:

- CEMENTO : 1.58 Kg
- GRANITO : 0.17 Kg (10% DE SUSTITUCIÓN)

p. EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO (NORMA: ASTM C 282)

Procedimiento:

1.- Pesamos materiales para realizar concreto para una probeta

MATERIALES	PATRON	GRANITO	GRANITO
1 Probeta	0%	(7%)	(10%)
Cemento (kg)	1.75	1.63	1.58
Agua (lt)	1.22	1.22	1.22
Arena (kg)	5.45	5.45	5.45
Piedra (kg)	6.58	6.58	6.58
Granito (kg)	0.00	0.07	0.17

2.- Preparamos el concreto y se procede a llenar en un molde en 3 capas chuseando 25 veces y dando golpes en cada capa.



3.- Una vez terminado de llenar el molde empezó el proceso de exudación, haciéndose lecturas del volumen parcial de agua exudada cada 10 minutos durante los primeros 40 minutos y cada 30 min hasta que deje de exudar



q. PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NORMA: ASTM C 138)

Procedimiento:

1.- Pesamos materiales para realizar concreto para una probeta

MATERIALES	PATRON	GRANITO	GRANITO
1 1/2 Probeta	0%	(7%)	(10%)
Cemento (kg)	2.625	2.445	2.370
Agua (lt)	1.83	1.83	1.83
Arena (kg)	8.175	8.175	8.175
Piedra (kg)	9.870	9.870	9.870
Granito (kg)	0.00	0.105	0.255



2.- Preparamos el concreto y se procede a llenar en un molde en 3 capas chuseando 25 veces y dando golpes en cada capa. Después de el llenado al ras del concreto, se enraza la superficie superior hasta que el recipiente este justo al nivel donde termina el molde.



3.- Una vez terminado de limpiar el exceso de concreto en la parte exterior del recipiente se procedió a pesar el molde lleno de concreto.



r. CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO (NORMA: ASTM C 231)

Procedimiento:

1.- Utilizamos el molde de concreto del peso unitario para realizar el ensayo de Contenido de Aire Fresco.

2.- Inyectamos agua a través de una de las llaves de purga hasta que se salga por la otra. Luego cerramos la válvula de escape de aire y bombear aire dentro de la cámara hasta que el manómetro este en la línea de presión inicial.



3.- Cerramos ambas llaves de purga. Abrimos la válvula principal entre la cámara de aire y el tazón. Y se procede a leer el porcentaje de aire.



RESULTADOS

ANALISIS QUIMICO

La composición química de la roca Granito fue obtenida por el laboratorio LABICER-UNI, obtuvimos los siguientes resultados:

TABLA N° 16

COMPOSICION QUIMICA DE LA ROCA GRANITO

COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Dióxido de silicio (SiO ₂)	54.558	
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	36.996	
Oxido de magnesio (MgO)	8.260	Espectrometría de
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.098	Fluorescencia de
Cloro (Cl)	0.049	Rayos X
Oxido de paladio (PdO)	0.024	
Oxido de plata (Ag ₂ O)	0.015	

FUENTE: LABORATORIO LABICER - UNI

ANALISIS DE PH

Cuadro de resumen de pH obtenidas por el laboratorio COLECBI S.A.C. donde se verifica que los porcentajes están en un rango que no afectan en el proceso de concreto.

En los resultados de exámenes de pH obtuvimos:

TABLA N° 17

ENSAYOS DE PH

ENSAYOS PH	RESULTADOS
Cemento	13.04
Roca Granito	11.09
Cemento (93%) + Granito (7%)	12.91
Cemento (90%) + Granito (10%)	13.28

FUENTE: LABORATORIO COLECBI S.A.C.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS

DISEÑO PATRON

TABLA N° 18: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO PATRON A LOS 7 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 7 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm ²)
Probeta 1	13.65	15.15	26680.00	148.00

Probeta 2	13.60	15.19	26020.00	143.58
Probeta 3	13.70	15.28	28470.00	155.26
Promedio				148.95

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=148.95 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 7 días nos da un porcentaje de 70.93% de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

TABLA N° 19: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO PATRON A LOS 14 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 14 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm2)
Probeta 4	13.55	15.21	33240.00	182.94
Probeta 5	13.53	15.25	32990.00	180.61
Probeta 6	13.54	15.16	33850.00	187.53
Promedio				183.70

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=183.70 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 14 días nos da un porcentaje de 87.47% de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

TABLA N° 20: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO PATRON A LOS 28 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 28 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm2)
Probeta 7	13.50	15.17	37850.00	209.41
Probeta 8	13.65	15.20	38910.00	214.43
Probeta 9	13.60	15.26	38450.00	210.23
Promedio				211.36

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=211.36 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 28 días nos da un porcentaje de 100.65 % de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

DISEÑO EXPERIMENTAL – SUSTITUCION 7% DE CEMENTO

TABLA N° 21: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO EXPERIMENTAL A LOS 7 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 7 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm ²)
Probeta 1	13.48	15.24	24350.00	133.49
Probeta 2	13.37	15.28	24960.00	136.12
Probeta 3	13.47	15.22	22960.00	126.20
	Promedio			131.93

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=131.93 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 7 días nos da un porcentaje de 62.83% de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

TABLA N° 22: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO EXPERIMENTAL A LOS 14 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 14 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm ²)
Probeta 4	13.50	15.18	26450.00	146.15
Probeta 5	13.48	15.16	28160.00	156.01
Probeta 6	13.60	15.20	29220.00	161.03
	Promedio			154.39

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=154.39 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 14 días nos da un porcentaje de 73.52 % de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

TABLA N° 23: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO EXPERIMENTAL A LOS 28 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 28 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm ²)
Probeta 7	13.48	15.23	32870.00	180.38
Probeta 8	13.47	15.21	33960.00	186.90
Probeta 9	13.51	15.18	34710.00	191.79
	Promedio			186.35

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=186.35 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 28 días nos da un porcentaje de 88.74 % de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

DISEÑO EXPERIMENTAL – SUSTITUCION 10% DE CEMENTO

TABLA N° 24: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO EXPERIMENTAL A LOS 7 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 7 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm2)
Probeta 1	13.43	15.18	23560.00	130.18
Probeta 2	13.35	15.25	22890.00	125.32
Probeta 3	13.41	15.26	23150.00	126.58
	Promedio			127.36

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=127.36 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 7 días nos da un porcentaje de 60.65% de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

TABLA N° 25: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO EXPERIMENTAL A LOS 14 DIAS DE CURADO

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 14 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm2)
Probeta 4	13.45	15.14	26715.00	148.36
Probeta 5	13.55	15.19	25460.00	140.49
Probeta 6	13.55	15.15	25110.00	139.11
	Promedio			142.66

FUENTE: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=142.66 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 14 días nos da un porcentaje de 67.93 % de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

**TABLA N° 26: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO
EXPERIMENTAL A LOS 28 DIAS DE CURADO**

ENSAYO A LA COMPRESIÓN 28 DIAS				
	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Fuerza aplicada (kg)	F'c (kg/cm2)
Probeta 7	13.42	15.20	30960.00	170.62
Probeta 8	13.51	15.17	30220.00	167.20
Probeta 9	13.45	15.15	32120.00	178.18
Promedio				172.00

La resistencia promedio de las 3 probetas es de $f'c=172.00 \text{ Kg/cm}^2$, es decir la resistencia promedio a los 28 días nos da un porcentaje de 81.90 % de la resistencia convencional $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

ANALISIS Y DISCUSION

- **ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**
 - La roca granito presentó un alto porcentaje de Sílice 54.558% el cual nos favorece ya que es un componente muy importante del cemento, que aumenta la resistencia en el concreto y ayuda al endurecimiento rápido.
 - El Óxido de magnesio se presenta en un 8.26% de los componentes de la roca granito y la NPT 334.009 / ASTM C150 nos dice que el máximo porcentaje debe ser 6.0%, excede un 2.26% según lo reglamentario.
 - Trióxido de azufre (SO_3) presenta un 0.098% y la NPT 334.009 / ASTM C150 nos dice que el máximo porcentaje debe ser 3.0%, el porcentaje de este componente si cumple con esta norma.
 - La Roca Granito carece de calcio, el cual nos desfavorece, ya que este es un componente que le da resistencia al concreto.
 - El Óxido de Magnesio se presenta en un 8.26% de la muestra analizada, esto es una desventaja ya que está en un porcentaje alto a comparación del cemento Portland tipo I y podría desfavorecer para el aumento de la resistencia del concreto experimental.
 - Con estos resultados podemos decir que la Roca Granito pulverizada es un material activo químicamente.

- **ANÁLISIS DE pH**

- El cemento nos dio un pH de 13.04, es decir, es un material alcalino.
- La muestra de la roca Granito nos dio en pH de 11.09, el cual nos indica que es menos alcalino en comparación al cemento.
- La muestra de 93% de cemento y 7% de granito tiene un pH de 12.91; lo que es bueno ya que al mezclar en dichas proporciones la alcalinidad de la muestra no varía mucho con respecto al cemento.
- La muestra de 90% de cemento y 10% de granito tiene un pH de 13.28; lo que es bueno ya que al mezclar en dichas proporciones la alcalinidad de la muestra no varía mucho con respecto al cemento.

- **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

PROBETAS PATRÓN:

- A los 7 días tuvimos una resistencia promedio de 148.95 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 70.93% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm².
- A los 14 días tuvimos una resistencia promedio de 183.70 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 87.47% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm².
- A los 28 días tuvimos una resistencia promedio de 211.36 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 100.65% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm².

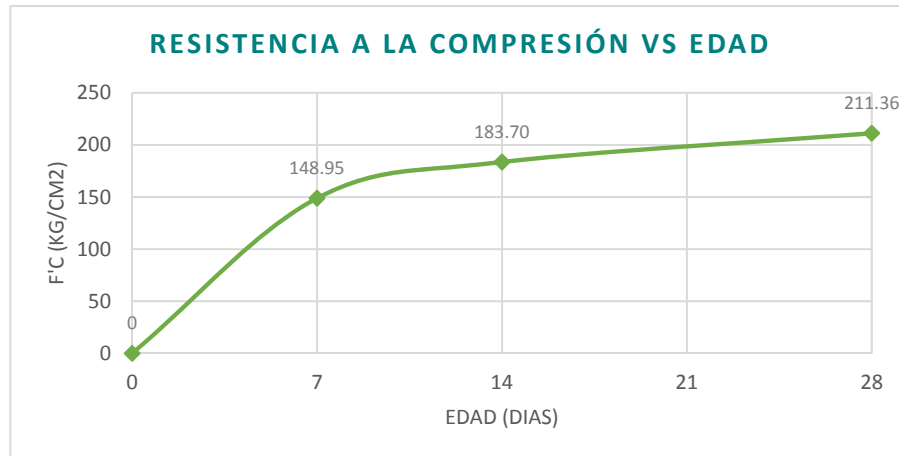
TABLA N°27

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION OBTENIDAS SEGÚN PROBETAS PATRÓN

PROBETAS PATRÓN	1	2	3	PROMEDIO	% respecto al diseño 210 kg/cm ²
7 días	148.00	143.58	155.26	148.95 kg/cm ²	70.93 %
14 días	182.94	180.61	187.53	183.70 kg/cm ²	87.47 %
28 días	209.41	214.43	210.23	211.36 kg/cm ²	100.65 %

FUENTE: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

GRÁFICO N° 01
RESISTENCIA A LA COMPRESION VS EDAD
PATRON



PROBETAS EXPERIMENTALES 7%:

- A los 7 días tuvimos una resistencia promedio de 131.93 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 62.83% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm² y tiene un porcentaje menor de 11.42% con respecto a concreto patrón a los 7 días, es decir, no supero la resistencia del concreto patrón.
- A los 14 días tuvimos una resistencia promedio de 154.39 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 73.52% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm² y tiene un porcentaje menor de 15.95% con respecto a concreto patrón a los 14 días, es decir, no supero la resistencia del concreto patrón.
- A los 28 días tuvimos una resistencia promedio de 186.36 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 88.74% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm² y tiene un porcentaje menor de 11.83% con respecto a concreto patrón a los 28 días, es decir, no supero la resistencia del concreto patrón.

TABLA N°28

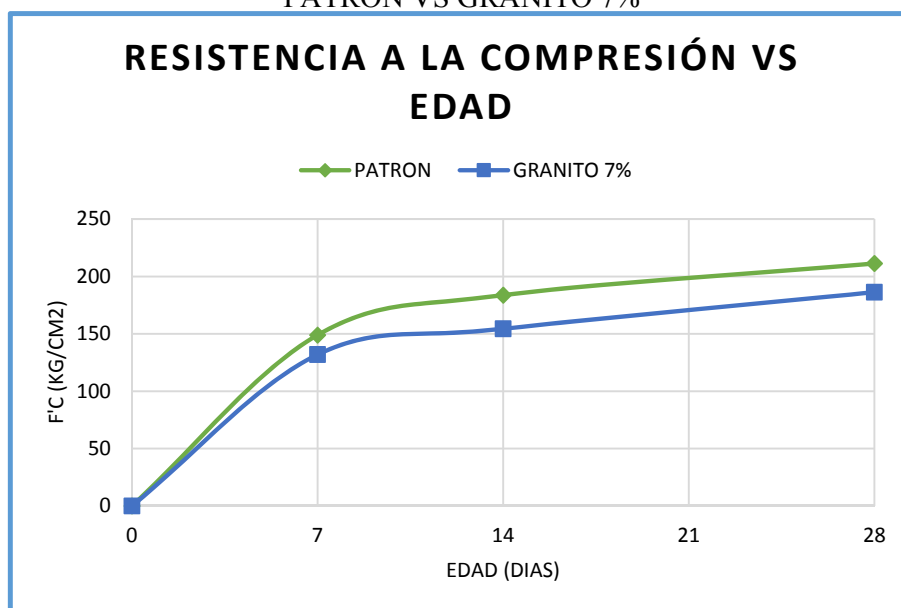
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION OBTENIDAS SEGÚN PROBETAS EXPERIMENTALES – SUSTITUCION 7%

PROBETAS EXPERIMENTALES 7%	1	2	3	PROMEDIO	% respecto al diseño 210 kg/cm ²
7 días	133.49	136.12	126.20	131.93 kg/cm ²	62.83 %
14 días	146.15	156.01	161.03	154.39 kg/cm ²	73.52 %
28 días	180.38	186.90	191.79	186.36 kg/cm ²	88.74 %

FUENTE: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

GRÁFICO N° 02

RESISTENCIA A LA COMPRESION VS EDAD PATRON VS GRANITO 7%



PROBETAS EXPERIMENTALES 10%:

- A los 7 días tuvimos una resistencia promedio de 127.36 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 60.65% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm² y tiene un porcentaje menor de 14.49 % con respecto a concreto patrón a los 7 días es decir, no supero la resistencia del concreto patrón.
- A los 14 días tuvimos una resistencia promedio de 142.66 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 67.93% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm² y tiene un porcentaje menor de 22.34 % con

respecto a concreto patrón a los 14 días, es decir, no supero la resistencia del concreto patrón.

- A los 28 días tuvimos una resistencia promedio de 172.00 kg/cm², el cual nos indica que nos dio un porcentaje de 81.90% con respecto a la resistencia convencional de 210 kg/cm² y tiene un porcentaje menor de 18.62% con respecto a concreto patrón a los 28 días, es decir, no supero la resistencia del concreto patrón.

TABLA N°29

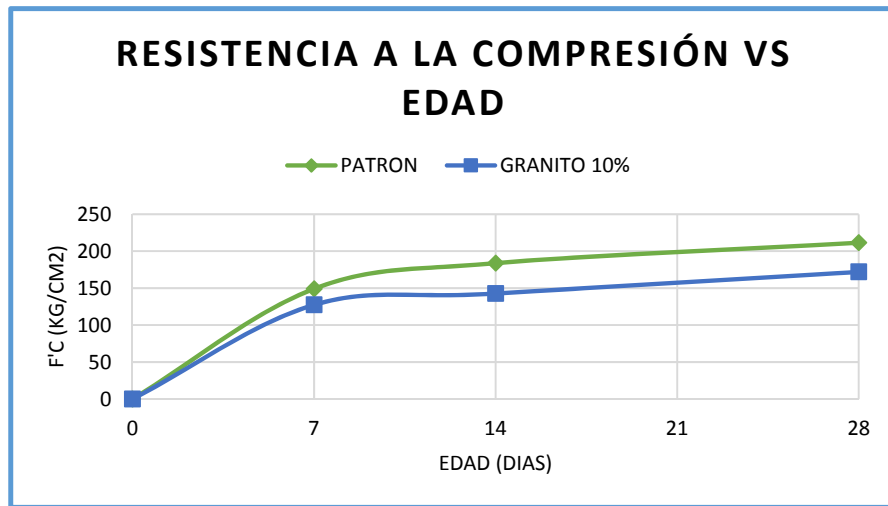
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION OBTENIDAS SEGÚN PROBETAS EXPERIMENTALES – SUSTITUCION 10%

PROBETAS EXPERIMENTALES 10%	1	2	3	PROMEDIO	% respecto al diseño 210 kg/cm ²
7 días	130.18	125.32	126.58	127.36 kg/cm ²	60.65 %
14 días	148.36	140.49	139.11	142.73 kg/cm ²	67.93 %
28 días	170.62	167.20	178.18	172.00 kg/cm ²	81.90 %

FUENTE: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

GRÁFICO N° 03

RESISTENCIA A LA COMPRESION VS EDAD PATRON VS GRANITO 10%



COMPARACION DE LAS RESISTENCIA DE LAS PROBETAS PATRON Y PROBETAS EXPERIMENTALES

- Comparando los resultados del concreto patrón y concreto experimental al 7% y 10%, observamos que el concreto experimental al 7% y 10% está por debajo del concreto patrón.

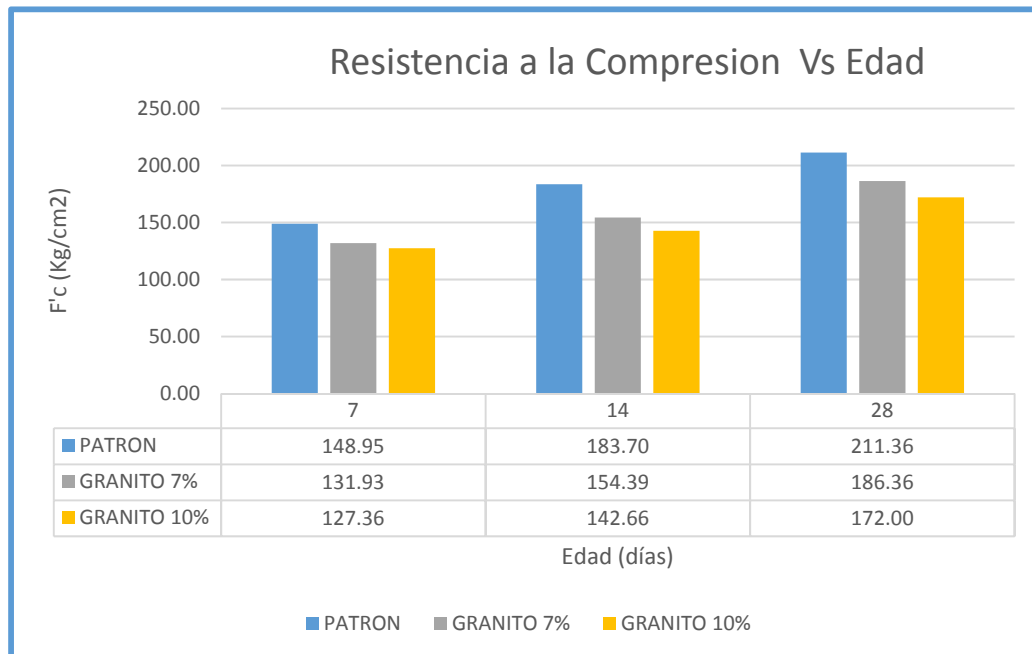
TABLA N°30

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS DE ENSAYOS A LA COMPRESION OBTENIDAS SEGÚN PROBETAS PATRON, GRANITO 7% Y GRANITO 10%

EDAD (DIAS)	ENSAYO A LA COMPRESION F'C (kg/cm ²)		
	PATRON	GRANITO 7%	GRANITO 10%
7	148.95	131.93	127.36
14	183.70	154.39	142.66
28	211.36	186.36	172.00

FUENTE: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

GRÁFICO N° 04
GRAFICO DE BARRAS
PATRON VS GRANITO 7% VS GRANITO 10%



CONCLUSIONES

- Se concluye que la roca Granito pulverizada es un material cementante ya que en el análisis de fluorescencia de rayos X presenta componentes del cemento tales como el sílice (54.558%) y aluminio (36.996%).

- El pH de la combinación del cemento y roca granito es altamente alcalino con un valor de 12.91 para el 7% y 13.28 para el 10%, es decir, está a nivel del pH del cemento Portland Tipo I que es 13.04.

- Observando los resultados a los 28 días de las probetas experimentales no superó al concreto patrón teniendo para la sustitución al 7% la resistencia fue menos 11.83% y para la sustitución al 10% la resistencia fue menos 18.62%; esto es debido a que la roca Granito carece de calcio y al incremento de óxido de magnesio.

- El polvo de Roca Granito es un material cementante ya que a pesar que las resistencias a la compresión de las probetas experimentales con Roca Granito no superaron el diseño patrón, esta va aumentando a los 7, 14 y 28 días.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación añadiéndole el 3% y 5% de un material que contenga calcio (Concha de Abanico, Chanque, etc.) en una cantidad apropiada en su composición química al polvo de Roca Granito, ya que el calcio es el elemento deficiente según el análisis químico y así comprobar si la resistencia del concreto podría aumentar en comparación al concreto convencional $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

- Podemos continuar la investigación aumentando las edades a los 30, 60 y 90 días de los ensayos a la Compresión y así comprobar si la resistencia aumentaría al pasar más tiempo.

- Se recomienda seguir estudiando la roca granito ya que es un material novedoso en el campo de la construcción.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A. (2001). Suelos Tropicales. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Díaz, J. & Bocanegra, M. (2015). Mejoramiento de resistencia de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² adicionando polvo de roca de gabro. Perú: Catalogo de Tesis - Universidad San Pedro.
- Gass, I., Smith, P. & Wilson, R. (2002). Introducción a las ciencias de la tierra. España: Editorial Reverté.
- Navarro R. (2011). Dosificación y Diseño de Mezcla del Concreto. 2015, de academia.edu Sitio web:
<http://www.academia.edu/7869946/Dosificacionodiseodemezclasdelconcreto-111121192729-phpapp01>
- Neville, A... (1977). Tecnología del concreto. México: Instituto Mexicano del cemento y del concreto.
- NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso.
- Silva V. (2009). Rendimiento y elaboración de concreto de alta resistencia usando rocas como aditivos. Perú: Catalogo de Tesis - Universidad Nacional del Santa.

ANEXOS

➤ ANEXOS N° 01: ANALISIS QUIMICO DEL POLVO DE ROCA DE GRANITO:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1458 – 15 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 RAZON SOCIAL : GRECIA MARQUEZ SOLES
 - 1.2 DNI : 72413150
2. FECHA DE EMISIÓN : 22 / 10 / 2015
3. ANÁLISIS SOLICITADO : COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS : 01 MUESTRA DE POLVO DE ROCA GRANITO
 - 4.2 TESIS : SUSTITUCION DEL CEMENTO AL 5% DEL POLVO DE ROCA GRANITO PARA UN CONCRETO F' C 210 kg/cm²
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : Laboratorio N°12, Facultad de Ciencias
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 25°C, Humedad relativa: 64%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X SHIMADZU, EDX-600HS.
8. RESULTADOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Dióxido de silicio (SiO ₂)	54.558	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	36.996	
Oxido de magnesio (MgO)	8.260	
Trióxido de azufre (SO ₃)	0.098	
Cloro (Cl)	0.049	
Oxido de paladio (PdO)	0.024	
Oxido de plata (Ag ₂ O)	0.015	

**Valores de óxidos calculados del análisis elemental.*
9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.



Químico Yemerson M. Bartolo Ch.
Analista Químico
LABICER - UNI




M. Sc. Gloria Acha de la Cruz
Jefa de Laboratorio
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

INFORME TÉCNICO N° 1458-15- LAB. 12

Página 1 de 3

Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Central: 481 1070 anexo 316. Telefax: 382 0500. E-mail: otilia@un.edu.pe

ANEXO



Figura N°1: Espectrofotómetro de Fluorescencia de Rayos X



Figura N°2: Muestra de polvo de roca granito contenido en portamuestra



Figura N°3: Muestra ubicado en el Espectrofotómetro de Fluorescencia de Rayos X





Figura N°4: Fotografía tomada a la muestra con la cámara interna del equipo

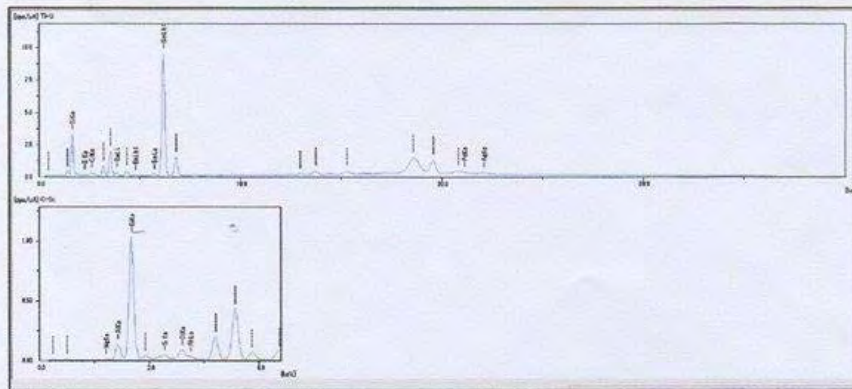


Figura N°5: Gráfica de Intensidad vs. Energía



[Handwritten signature]

➤ ANEXOS N° 02: ANALISIS QUIMICO DEL CEMENTO:



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colmena No. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Estero - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 588 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 217 / 6000



SOC-REG-05-G0002
Versión 01

Cemento Portland Tipo I
Conforma a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 13 de febrero 2015

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.5	Máximo 5.0
SO ₃	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	1.9	Máximo 3.0
Residuo Insoluble	%	0.39	Máximo 0.75

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	9	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.11	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3520	Mínimo 2900
Densidad	g/mL	3.12	NO ESPECÍFICA

Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (kg/cm ²)	28.4 (290)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (kg/cm ²)	35.0 (358)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (kg/cm ²)	41.9 (427)	Mínimo 28.0 (Mínimo 285)

Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	190	Mínimo 45
Fraguado Final	min	318	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-01-2015 al 31-01-2015.
La resistencia a compresión a 28 días corresponde al mes de diciembre 2014.
(*) Requisito opcional.



Ing. Ivanoff Rojas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

Esta información prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

➤ ANEXOS N° 03: ANALISIS DE PH



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 3000-16

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : MARQUEZ SOLES GRECIA.
NECIOSUP TAPIA JAHIRO.

DIRECCIÓN : Urb. La Libertad Mz 14 Lote 33 Chimbote

PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADOS.**

CANTIDAD DE MUESTRA : **05 muestras**

PRESENTACION DE LA MUESTRA : **En bolsa de plástico cerrada.**

FECHA DE RECEPCIÓN : **2016-09-23**

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2016-09-23**

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : **2016-09-24**

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**

ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Físico Químico.**

CÓDIGO COLECBI : **SS 001643-16**

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Cemento	13,04
Polvo Roca Granito	11,09
97% Cemento + 3% Granito	13,09
93% Cemento + 7% Granito	12,91
90% Cemento + 10% Granito	13,28

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Setiembre 24 del 2016.

DVV/jms

Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Urb. Buenos Aires Mz. A - SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C. Telefax: 043-310752

Nextel: 839-2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

➤ ANEXOS N° 04: CONTENIDO DE HUMEDAD



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFEEERSON
 TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 02/05/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1194	1136
TARA + SUELO SECO (gr)	1188	1132
PESO DEL AGUA (gr)	6.0	4.0
PESO DE LA TARA (gr)	298	290
PESO DEL SUELO SECO (gr)	880	842
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.61	0.43
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.52	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Llantén Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASIM D.2216)**

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFEERSON
 TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO FC =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA ZARANDEADA
 FECHA : 02/05/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1048	994
TARA + SUELO SECO (gr)	1040	990
PESO DEL AGUA (gr)	8	4
PESO DE LA TARA (gr)	202	202
PESO DEL SUELO SECO (gr)	838	788
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.95	0.51
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.73	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge I. Montañez Rojas
 J.E.P.E.

➤ ANEXOS N° 05: PESO UNITARIO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA: IACH NECIOSIP TAPIA JAHRO JEFERSON
 TESIS: "RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: VESIQUE
 MATERIAL: ARENA GRUESA
 FECHA: 02/09/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7503	7750	7622
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4183	4430	4302
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1610	1591	1617
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1608		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1608		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8168	8175	8210
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4848	4855	4890
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1739	1742	1750
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1746		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1737		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA: BACH. NICOLÁS TAPIA JAHIRO JEFFERSON
 TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c = 210 KG/CM² SUSTITUIDO EN TR y TRB
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO*
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: RUBEN
 MATERIAL: FIELTUA ZARANDEADA
 FECHA: 02/05/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	10050	19050	19100
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	13950	13950	14000
Volumen de molde	2354	2354	2354
Peso unitario (Kg/m ³)	1491	1491	1497
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1495		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1492		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19550	19550	19580
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	14450	14450	14480
Volumen de molde	2354	2354	2354
Peso unitario (Kg/m ³)	1545	1545	1545
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1545		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1534		

OBSERVACIONES: Las ensayos de peso unitario de Ag. Grueso fueron realizados con el molde del Ag. Fino

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Ing. Jorge Llantén Reyes
 JEFE

➤ ANEXOS N° 06: GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CÍVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA: BACH. NÉSCORUP TAPIA JANHO JEFERSON
 TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 1% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO?
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: YESOQUE
 MATERIAL: #R714-11-PUESA
 FECHA: 03/05/2016

S	Peso de material saturado (supersaturated) seco (air-dry), gr.	300.00	300.00
D	Peso de probetito + agua	668.00	668.00
C	Volumen de agua + volumen de vacíos (A+B)	968.00	968.00
D	Peso de probetito + agua + material	858.60	858.60
E	Volumen de agua + volumen de vacíos (C-D)	109.40	109.40
F	Peso de material seco (estufa)	296.60	296.60
G	Volumen de masa (E (A-F))	106.00	106.00
H	P _s Bulk (Base Seca) F/E	2.711	2.711
I	P _s Bulk (Base Saturada) A/E	2.742	2.742
J	P _a Aparente (Base Seca) F/E	2.798	2.798
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	1.15	1.15

P_s Bulk (Base Seca) : 2.711
 P_s Bulk (Base Saturada) : 2.742
 P_a Aparente (Base Seca) : 2.798
 Absorción (%) : 1.15



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA: BACH. HECIOSIP TAPIA JAHIRO JEFFERSON
 TESIS: RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO FC F20 (160M2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO) DE ROCA DE GRANITO
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - AMOASH
 CAMPUS: (SUSEP)
 MATERIAL: YESOFA ARMADA
 FECHA: 03/05/2016

A	Peso de muestra saturado (superficie seca) (g)	1350.50	1305.60
B	Peso de muestra saturado superficialmente seco (g)	879.80	903.30
C	Volumen de agua + volumen de vacíos (A-B)	470.70	402.30
D	Peso de material seco en estado	1350.50	1305.70
E	Volumen de masa (C-(A-D))	470.70	403.40
G	P. e. Bulk (Base Seca) D/C	2.815	2.811
H	P. e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.834	2.831
I	P. e. Aparente (Base Seca) D/E	2.860	2.860
F	Absorción (%) (D-A)/A x 100	0.67	0.71

P. e. Bulk (Base Seca) : 2.813
 P. e. Bulk (Base Saturada) : 2.833
 P. e. Aparente (Base Seca) : 2.860
 Absorción (%) : 0.69



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montaña Reyes
 JEFE

➤ ANEXOS N° 07: ANALISIS GRANULOMETRICO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)**

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFERSON
 TESIS : RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO FC=210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO*
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 02/06/2018

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% rel. Parcial (%)	% rel. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	7.1	0.7	0.7	99.3
N° 8	2.36	69.7	6.9	7.6	92.4
N° 16	1.18	220.6	22.1	29.7	70.3
N° 30	0.60	265.0	26.6	56.3	43.7
N° 50	0.30	186.3	18.7	74.9	25.1
N° 100	0.15	145.2	14.6	89.5	10.5
N° 200	0.08	79.9	7.9	97.4	2.6
PLATO (ASTM D-11.84)		26.1	2.6	100.0	0.0
TOTAL		987.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.59

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos		Arena			Fino
Limo y Arcilla	Fina	Media	Gruesa	Fina	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Llantano Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

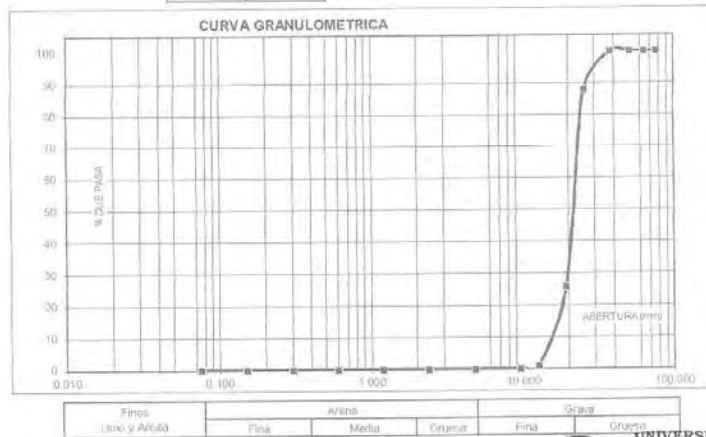
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C-136-08)**

SOLICITA: BACH. NEDÓCUP TAPIA JAHRO JEFFERSON
 TÍTULO: RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c = 210 KG/CM² SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: RUBEN
 MATERIAL: PIEDRA ZARANDIADA
 FECHA: 02/05/2018

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% rel. Parcial (%)	% rel. Acum. (%)	% Qui. 0.075 (gr.)
Nº	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	60.000	0.0	0.0	0.0	100.0
3"	58.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/4"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	239.4	12.0	12.0	88.0
3/4"	19.100	1341.8	62.2	74.2	25.8
1/2"	12.500	490.1	24.8	99.0	0.2
3/8"	9.520	16.4	0.1	100.0	0.0
Nº 4	4.750	2.7	0.1	100.0	0.0
Nº 6	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.5	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1996.9	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS:	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Fuente	Nº 60 Ref. ASTM C-39

OBSERVACIONES
 La muestra tomada es representativa por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

➤ ANEXOS N° 08: PESO ESPECÍFICO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chateair)

(según ASTM C 198, AASHO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFEERSON
 TESIS : *RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO*
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 MATERIAL : ROCA GRANITO
 FECHA : 02/05/2018

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	21.50	21.50
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	21.50	21.50
PESO ESPECIFICO		2.977	2.977
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)		2.977



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

➤ ANEXOS N° 09: DISEÑO DE MEZCLA



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DISEÑO DE MEZCLA**

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFFERSON
 TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 02/05/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 dias.

MATERIALES

A.- Cemento

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua

- Potable, de la zona

C.-Agregado Fino

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1598 kg/m³
- Peso unitario compactado 1737 kg/m³
- Contenido de humedad 0.52 %
- Absorción 1.15 %
- Módulo de fineza 2.59

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.81
- Peso unitario suelto 1482 kg/m³
- Peso unitario compactado 1534 kg/m³
- Contenido de humedad 0.73 %
- Absorción 0.69 %



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 193 / 0.684 = 282.16 kg/m³ = 6.64 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164 kg/m ³
Agua efectiva.....	198.066 lts/m ³
Agregado fino.....	883.805 kg/m ³
Agregado grueso.....	1067.475 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} = \frac{883.805}{282.16} = \frac{1067.48}{282.16}$$

1 : 3.11 : 3.76 = 29.66 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.91 : 3.78 = 29.66 lts / bolsa

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge L. Montañez Reyes
Ing. Jorge L. Montañez Reyes
M.Sc.



DISEÑO DE MEZCLA
(SUSTITUCION 7% DE CEMENTO)

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFFERSON
 TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO FC =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 02/05/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Polvo de Roca Granito :

- Peso específico 2.97

C.- Agua

- Potable, de la zona.

D.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.71
- Peso unitario suelta 1598 kg/m³
- Peso unitario compactado 1737 kg/m³
- Contenido de humedad 0.52 %
- Absorción 1.15 %
- Módulo de fineza 2.59

E.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.81
- Peso unitario suelta 1482 kg/m³
- Peso unitario compactado 1534 kg/m³
- Contenido de humedad 0.73 %
- Absorción 0.69 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento	(m ³)	0.084
Polvo de Roca Granito 7% sustitucion	(m ³)	0.007
Agua efectiva	(m ³)	0.193
Agregado fino	(m ³)	0.324
Agregado grueso	(m ³)	0.377
Aire	(m ³)	0.015
		<u>1.000 m³</u>

PESOS SECOS

Cemento	263.95 kg/m ³
Polvo de Roca Granito	19.787 kg/m ³
Agua efectiva	193.00 lts/m ³
Agregado fino	879.23 kg/m ³
Agregado grueso	1059.73 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	263.95 kg/m ³
Polvo de Roca Granito	19.787 kg/m ³
Agua efectiva	199.87 lts/m ³
Agregado fino	883.81 kg/m ³
Agregado grueso	1067.48 kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{263.95}{263.95} : \frac{19.787}{263.95} : \frac{883.81}{263.95} : \frac{1067.48}{263.95}$$

1 : 0.07 : 3.35 : 4.04 32.183 lts / boise

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFC

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**DISEÑO DE MEZCLA
(SUSTITUCIÓN 10% DE CEMENTO)**

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHRO JEFEERSON
 TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 02/05/2010

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del AGI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A - Cemento:

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3,12

B.- Polvo de Roca Granito

- Peso específico 2,97

C.- Agua

- Potable, de la zona.

D.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2,71
- Peso unitario suelto 1598 kg/m³
- Peso unitario compactado 1737 kg/m³
- Contenido de humedad 0,52 %
- Absorción 1,15 %
- Módulo de fineza 2,59

E - Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2,81
- Peso unitario suelto 1482 kg/m³
- Peso unitario compactado 1534 kg/m³
- Contenido de humedad 0,73 %
- Absorción 0,69 %





UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4"

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1" el volumen unitario de agua es de 193 l/m³

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.081
Polvo de Roca Granito 10% sustitucion.....	(m ³)	0.010
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.324
Agregado grueso.....	(m ³)	0.377
Aire.....	(m ³)	0.015
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	256.10	kg/m ³
Polvo de Roca Granito.....	26.882	kg/m ³
Agua efectiva.....	193.00	lts/m ³
Agregado fino.....	879.23	kg/m ³
Agregado grueso.....	1059.73	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	256.10	kg/m ³
Polvo de Roca Granito.....	26.882	kg/m ³
Agua efectiva.....	199.87	lts/m ³
Agregado fino.....	883.81	kg/m ³
Agregado grueso.....	1067.48	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{256.10}{256.10} : \frac{26.882}{256.10} : \frac{883.81}{256.10} : \frac{1067.48}{256.10}$$

$$1 : 0.10 : 3.45 : 4.17 \quad 33.169 \text{ lts / bolsa}$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

➤ ANEXOS N° 10: ENSAYO DE EXUDACION



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO PATRON

SOLICITA: BACH. NÉDIO SUP TAPIA JAHRO JEFERSON
 (ESES): RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO (FC = 210 (KG/CM²) SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO)
 USAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA: 02/05/2018
 TIPO DE CONCRETO: CONCRETO PATRON

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:40:00 a. m.	10	13.1	13.1
10:50:00 a. m.	10	10.0	23.1
11:00:00 a. m.	10	6.0	29.1
11:30:00 a. m.	30	4.0	33.1
12:00:00 a. m.	30	1.0	34.1
12:30:00 a. m.	30	1.0	35.1
1:00:00 p. m.	30	0.0	35.1
1:30:00 p. m.	30	0.0	35.1
	30	0.0	35.1

$$Q = \frac{w}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde:

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L.
 w : Agua efectiva, en L.
 W : Cantidad total de materiales, en kg
 V : Volumen final exudado, en L.

V	=	0.0351 lt
---	---	-----------

Cemento kg/m ³	1.750 kg
w : Agua efectiva, en L	1.221 lt
Ag Fino kg/m ³	5.448 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.580 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	14.999 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.684$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.45	55

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3438.999 kg
S : Peso del concreto, en Kg	14.999 kg

C	1.2 lt
---	--------

EXUDACION (%)	2.87 %
---------------	--------

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO SUSTITUCION 7%

SOLICITANTE: BACH. NECIOSUP TAPIA JAHRO JEFFERSON
 TÍTULO: "RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO FC = 210 KG/CM² SUSTITUCIÓN EN 7% Y 10% DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA: 03/05/2018
 TIPO DE CONCRETO: CONCRETO PATRON

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:40:00 a. m.	10	10.0	10.0
10:50:00 a. m.	10	8.0	18.0
11:00:00 a. m.	10	7.0	25.0
11:30:00 a. m.	30	3.8	28.8
12:00:00 a. m.	30	3.5	32.3
12:30:00 a. m.	30	0.1	32.4
1:00:00 p. m.	30	0.0	32.4
1:30:00 p. m.	30	0.0	32.4
	30	0.0	32.4

$$C = \frac{W}{W} \times S$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde:
 C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L
 w : Agua efectiva, en L
 W : Cantidad total de materiales, en kg
 V : Volumen final exudado, en L

$$V = 0.0324 \text{ l}$$

Cemento kg/m ³	1.750 kg
w : Agua efectiva, en L	1.221 l
Ag Fino kg/m ³	5.448 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.580 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	14.999 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.684$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.45	55

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3439.990 kg
S : Peso del concreto, en Kg	14.999 kg

$$C = 1.2 \text{ l}$$

EXUDACIÓN (%)	2.65 %
---------------	--------



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE EXUDACION DE CONCRETO SUSTITUCION 10%

PRODUCTA: BACH. MECANISUP TAPIA, JAHIRO, JEFFERSON
 TESIS: "RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c = 210 (KG/CM²) SUSTITUCIÓN EN 10% Y 10% DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE ORANITO"
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA: 02/02/2018
 TIPO DE CONCRETO: CONCRETO PATRON

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:40:00 a. m.	10	9.0	9.0
10:50:00 a. m.	10	8.0	17.0
11:00:00 a. m.	10	8.5	25.5
11:30:00 a. m.	30	3.5	29.0
12:00:00 a. m.	30	3.0	32.0
12:30:00 a. m.	30	0.1	32.1
1:00:00 p. m.	30	0.0	32.1
1:30:00 p. m.	30	0.0	32.1
	30	0.0	32.1

$$C = \frac{W}{W + S}$$

$$\text{EXUDACION (\%)} = \frac{V}{C} \times 100$$

Donde:

C : Masa del agua en la muestra de ensayo, en L.
 w : Agua efectiva, en L.
 W : Cantidad total de materiales, en kg.
 V : Volumen final exudado, en L.

$$V = 0.0321 \text{ l}$$

Cemento kg/m ³	1.750 kg
w : Agua efectiva, en L.	1.221 l
Ag Fino kg/m ³	5.448 kg
Ag Grueso kg/m ³	6.580 kg
W : Cantidad total de materiales, en kg	14.999 kg

$$\text{Relacion a/c} = 0.884$$

AGREGADOS	
Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.45	55

Peso del Recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3439.999 kg
S : Peso del concreto, en Kg	14.999 kg

$$C = 1.2 \text{ l}$$

EXUDACION (%)	2.63 %
---------------	--------



➤ ANEXOS N° 11: PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO-PATRON

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFFERSON
 TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 02/05/2018

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	21.300	21.00
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.875	17.575
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2545	2502
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2523	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Llantén Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937

Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO-SUSTITUCION 7%

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFEERSON
TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 02/05/2018

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	21.08	21.12
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.655	17.695
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2514	2519
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2516	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge I. Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO-SUSTITUCION 10%

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAIBRO JEFEERSON
TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 02/05/2016

PESO UNITARIO DE CONCRETO FRESCO CON TIPO DE CEMENTO TIPO I

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	21.05	21.15
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.625	17.725
Vol. De 1/4 pie 3 a m3	0.007024	0.007024
Peso unitario (Kg/m3)	2509	2523
Peso unitario prom. (Kg/m3)	2516	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño NPT 339.046

NOTA: La muestra fueron realizadas por el interesado en este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

➤ ANEXOS N° 12: AIRE ATRAPADO



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

AIRE ATRAPADO-PATRON

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFEERSON
TESIS : *RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO F'c =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO*
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 02/06/2018

CONTENIDO DE AIRE: CONCRETO PATRON

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1	0.9	1.1
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	1		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Fontánex Reyes
JEFE



AIRE ATRAPADO-SUSTITUCION 7%

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFFERSON
TESIS : *RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO FC =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO*
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 02/05/2018

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	1	0.7	0.7
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	0.8		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 339.036

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

AIRE ATRAPADO-SUSTITUCION 10%

SOLICITA : BACH. NECIOSUP TAPIA JAHIRO JEFEERSON
TESIS : "RESISTENCIA MECANICA DE UN CONCRETO FC =210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO"
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 02/05/2014

CONTENIDO DE AIRE : CONCRETO PATRON

Ensayo N°	01	02	03
CONTENIDO DE AIRE (%)	0.6	0.8	0.7
PROM. DE CONTENIDO DE AIRE (%)	0.7		

ESPECIFICACIONES : El ensayo corresponde a la norma de diseño NTP 338.036.

NOTA : La muestra fue realizada por el interesado en este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

➤ ANEXOS N° 13: RESISTENCIA A LA COMPRESION



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL*
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: BACH. NELSON PAPA JAHRO JEFERISON
 TÍTULO: RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c = 210 KG/CM² SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO
 USAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA: 01/05/2016

F'c : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SEMPRE (%)	MOLDEO FECHA	ROTURA FECHA	EDAD DIAS	RG Kg/Cm ²	PC/P'c (%)
01	PATRON	-	14/04/2016	21/04/2016	7	148.00	70.48
02	PATRON	-	14/04/2016	21/04/2016	7	143.38	68.27
03	PATRON	-	14/04/2016	21/04/2016	7	135.26	73.93
04	PATRON	-	14/04/2016	28/04/2016	14	182.94	87.11
05	PATRON	-	14/04/2016	28/04/2016	14	130.61	86.01
06	PATRON	-	14/04/2016	28/04/2016	14	127.53	89.30
07	PATRON	-	14/04/2016	12/05/2016	28	209.41	99.72
08	PATRON	-	14/04/2016	12/05/2016	28	214.41	102.11
09	PATRON	-	14/04/2016	12/05/2016	28	210.23	100.11

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos de concreto fueron elaborados con el incremento de desviación standard.
 Los testigos fueron elaborados por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Llantay Reyes
 JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL *
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: DIACH. NEDOSUPTAIA, JUANJO, JEFFERSON
 TÍTULO: RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% (7.00%)
 DEL PISO DEL CEMENTO POR POLVO DE ROCA DE GRANITO.
 LOCAL: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA: 02/05/2018

F'c : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	EC/F'c (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	26/07/2016	7	133.49	63.57
02	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	26/07/2016	7	136.12	64.82
03	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	26/07/2016	7	126.20	60.09
04	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	02/08/2016	14	146.15	69.59
05	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	02/08/2016	14	156.01	74.29
06	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	02/08/2016	14	161.03	76.68
07	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	16/08/2016	28	180.38	85.89
08	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	16/08/2016	28	186.90	89.00
09	SUSTITUCION 7%	-	19/07/2016	16/08/2016	28	191.79	91.33

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos de concreto fueron elaborados con el incremento de desviacion standard.
 Los testigos fueron elaborados por el interesado a este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Llantáñez Reyes
 JEFE



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA: BACH. NEDDQUI-TAPIA JAHRO JEFFERSON
 TESIS: "RESISTENCIA MECÁNICA DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUIDO EN 7% Y 10%
 DEL PESO DEL CEMENTO POR POLVO DE POKA DE GRANITO"
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA: 02/05/2016

F'c = 210 Kg/cm²

N°	ELEMENTO	SEUMPE	FECHA		EDAD	FC	PCF (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	26/07/2016	7	130.18	61.99
02	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	26/07/2016	7	123.32	59.68
03	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	26/07/2016	7	136.58	60.27
04	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	02/08/2016	14	148.36	70.65
05	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	02/08/2016	14	140.49	66.90
06	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	02/08/2016	14	139.11	65.24
07	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	16/08/2016	28	170.62	81.25
08	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	16/08/2016	28	167.20	79.62
09	SUSTITUCION 10%	-	19/07/2016	16/08/2016	28	178.18	84.85

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos de concreto fueron elaborados con el incremento de desviación standard.
 Los testigos fueron elaborados por el interesado a este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

PANEL FOTOGRAFICO

➤ **ENSAYOS DE COMPRESION DE LOS TESTIGOS**

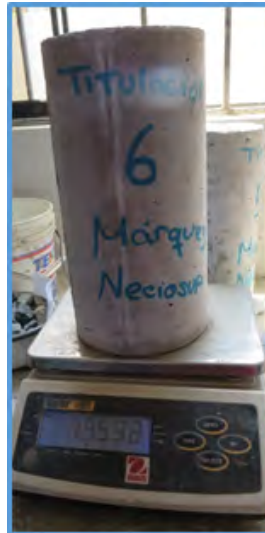
PROBETAS PATRON



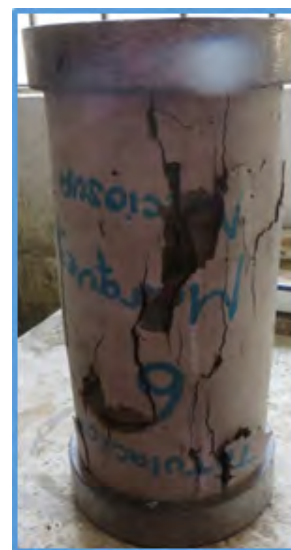
Con nuestro asesor el Ing. Ruben López Carranza, verificando los ensayos de resistencia a la compresión



Probetas patrón N° 01, 02 y 03 después de ser ensayadas a los 7.



Pesamos las probetas patrón para ser ensayadas a los 14 días de curado.



Las probetas patrón Nº 04, 05 y 06 después de ser ensayada a los 14 días de curado



Se observa las probetas listas para ser ensayadas a los 28 días.



Observamos las probetas N° 07, 08 y 09 después de realizar los ensayos de Resistencia a la compresión.

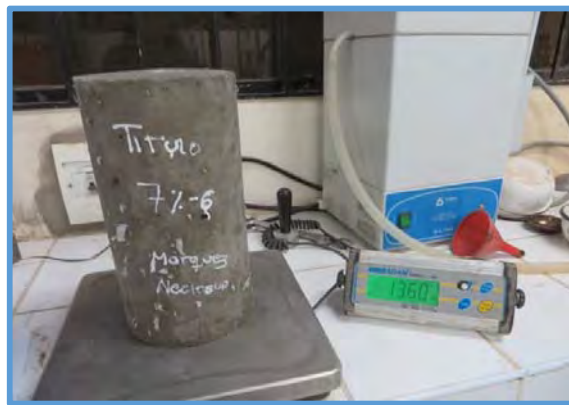
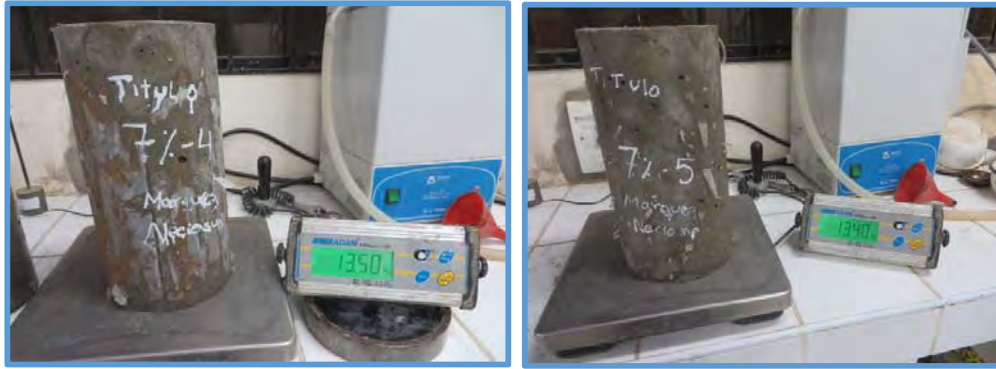
PROBETAS EXPERIMENTALES AL 7%



Pesamos las probetas experimentales del 7% a los 7 días.



Probetas experimentales al 7% N° 01, 02 y 03 luego de ser ensayadas a los 7 días de curado.



Pesamos las probetas experimentales del 7% a los 14 días.



Probetas experimentales al 7% N° 04, 05 y 06 luego de ser ensayadas a los 14 días de curado.

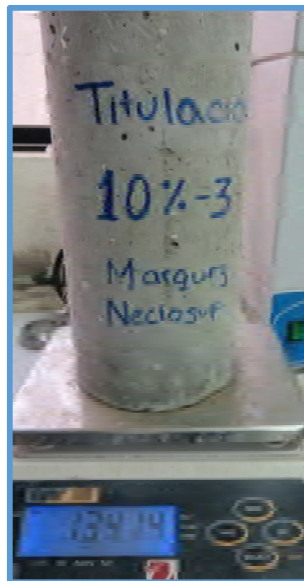
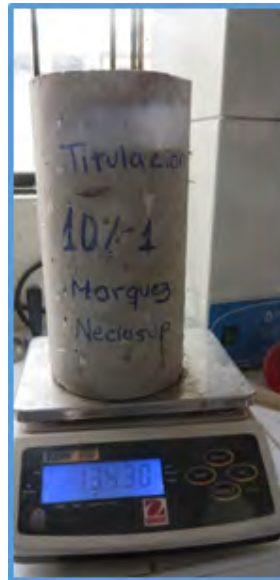


Pesamos las probetas experimentales del 7% a los 14 días.



Probetas experimentales al 7% N° 07, 08 y 09 luego de ser ensayadas a los 28 días de curado.

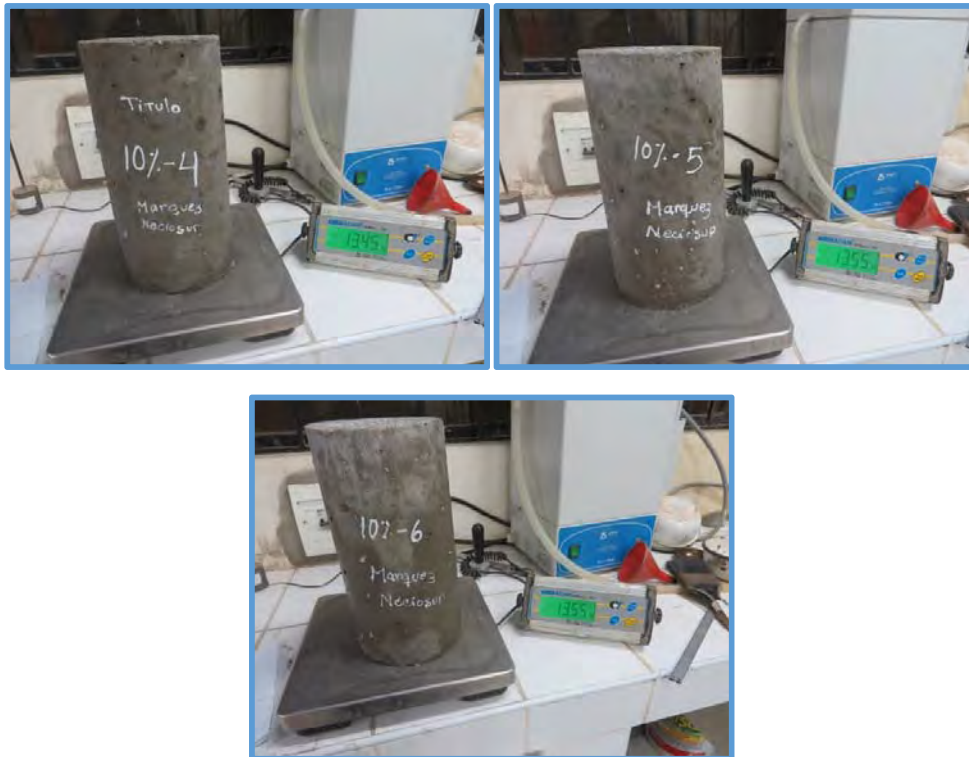
PROBETAS EXPERIMENTALES AL 10%



Pesamos las probetas experimentales del 10% a los 7 días.



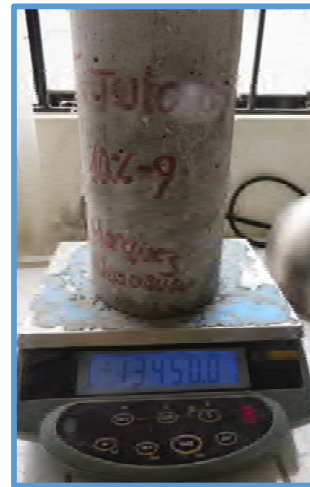
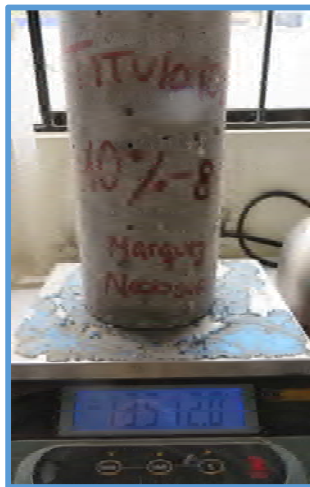
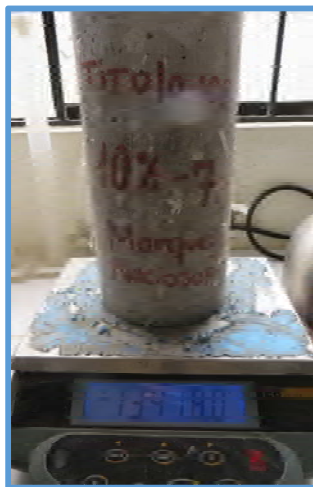
Probetas experimentales al 10% N° 01, 02 y 03 luego de ser ensayadas a los 7 días de curado.



Pesamos las probetas experimentales del 10% a los 14 días.



Probetas experimentales al 10% N° 04, 05 y 06 luego de ser ensayadas a los 14 días de curado.



Pesamos las probetas experimentales del 10% a los 28 días.



Probetas experimentales al 10% N° 07, 08 y 09 luego de ser ensayadas a los 28 días de curado.

➤ **INTERPRETACION DE LAS FISURAS DE LAS PROBETAS**

Según el ACI: En el siguiente cuadro observamos los tipos de fallas.

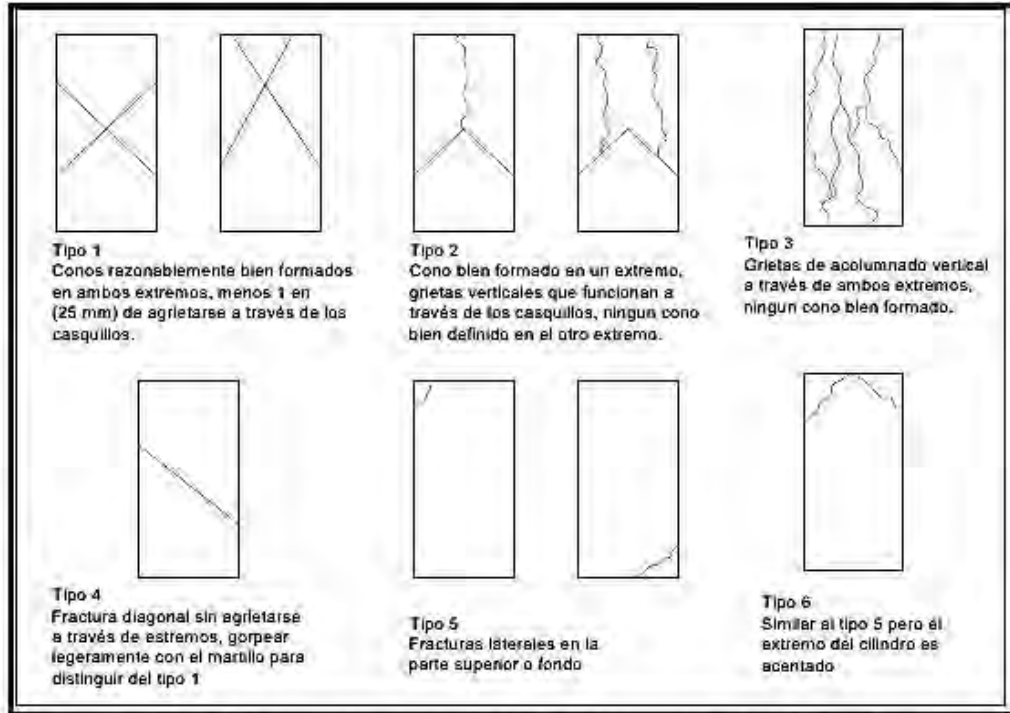


Fig. 12 Diagrama esquemático de los patrones típicos de fractura

○ **Ensayo a la compresión de las probetas patrón a los 7 días**



Pobreta patrón N° 01:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta patrón N° 02:

Tipo 2 grietas verticales que funcionan a través de los casquillos, ningún cono bien definido en el otro extremo.



Pobreta patrón N° 03:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.

○ **Ensayo a la compresión de las probetas patrón a los 14 días**



Pobreta patrón N° 04:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta patrón N° 05:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta patrón N° 06:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.

○ **Ensayo a la compresión de las probetas patrón a los 28 días**



Pobreta patrón N° 07:

Esta probeta es tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta patrón N° 08:

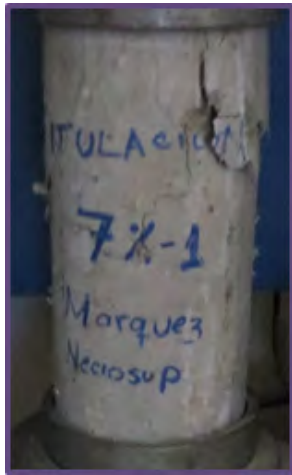
Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta patrón N.º 09:

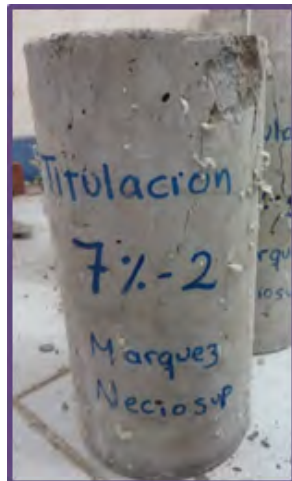
Tipo 5, fracturas laterales en la parte inferior o fondo.

- **Ensayo a la compresión de las probetas experimentales (sustitución 7%) a los 7 días:**



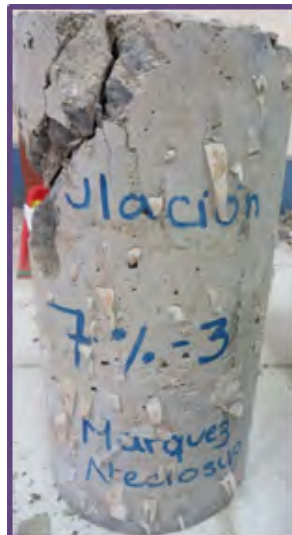
Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 01:

Tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 02:

Tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 03:

Tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.

- **Ensayo a la compresión de las probetas experimentales (sustitución 7%) a los 14 días:**



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 04:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 05:

Esta probeta es tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 06:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.

- **Ensayo a la compresión de las probetas experimentales (sustitución 7%) a los 28 días:**



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 07:

Tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 08:

Tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta experimental (sustitución 7%) N° 09:

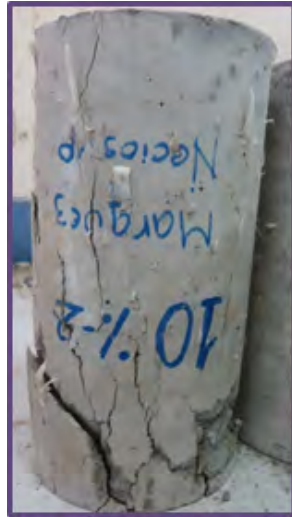
Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.

- **Ensayo a la compresión de las probetas experimentales (sustitución 10%) a los 7 días:**



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 01:

Tipo 6 similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acentado.



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 02:

Tipo 6 similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acentado.



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 03:

Tipo 6 similar al tipo 5 pero el extremo del cilindro es acentado.

- **Ensayo a la compresión de las probetas experimentales (sustitución 10%) a los 14 días:**



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 04:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 05:

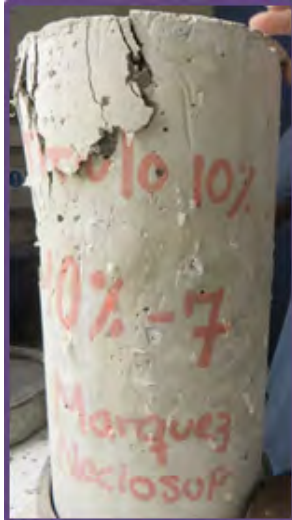
Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 06:

Esta probeta es tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.

- **Ensayo a la compresión de las probetas experimentales (sustitución 10%) a los 28 días:**



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 07:

Esta probeta es tipo 5, es decir, fracturas laterales en la parte superior o fondo.



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 08:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.



Pobreta experimental (sustitución 10%) N° 09:

Tipo 3 grietas acolumnado vertical a través de ambos extremos, ningún cono bien formado.