



ACION DE CONCRETO CON SUSTITUCION
TUAL DE DIATOMITA POR CEMENTO PORTLAND
J NUEVO CHIMBOTE

UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL SANTA
E.A.P INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“PRODUCCION DE CONCRETO CON SUSTITUCION
PORCENTUAL DE DIATOMITA POR CEMENTO PORTLAND
TIPO I EN NUEVO CHIMBOTE”**

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

AUTOR:

Bach. VELASQUEZ MATOS, JOSE JUSTINO

ASESOR:

Ms. Ing. LOPÉZ CARRANZA, ATILIO RUBÉN

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“PRODUCCION DE CONCRETO CON SUSTITUCION
PORCENTUAL DE DIATOMITA POR CEMENTO PORTLAND
TIPO I EN NUEVO CHIMBOTE”**

Autor: Bach. VELASQUEZ MATOS, JOSE JUSTINO



ATILIO RUBEN LOPEZ CARRANZA
Ms. Ing. Asesor

Ms. Ing. ATILIO RUBEN LOPEZ CARRANZA
Asesor

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ
2019



DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación primeramente se lo dedico a Dios, ya que en ningún momento me dejo solo en los problemas que se me presentaban, siempre ha estado conmigo en mis peores momentos. El fue quien jamás me dejo perder la fe, ni la humildad y de no rendirme en el intento de superación.

A mis padres Alejandrino (Pepe) y Luci, por ser lo mejor que tengo en la vida, por su esfuerzo diario de apoyo y comprensión recibida durante toda mi vida, porque sacrificaron todo su tiempo en darnos lo mejor a mi y a mis hermanos, Gracias por estar cerca, por ser un ejemplo a seguir, por enseñarme a ser humilde y a luchar por hacer realidad cada uno de mis sueños.

A mis hermanos Milagros, Yesón y Glider, por estar ahí, por ser una familia, por los ánimos, comprensión y apoyo, Y en especial a mi sobrina Valentina.

A mi tía Francisca (Panchita); por enseñarme que la vida vale mucho, por inculcarme muchos valores como el respeto, la honestidad, la humildad y ser siempre agradecido. De enseñarme a no rendirme sin haber luchado y que uno vive para hacer realidad sus sueños; para usted tía Francisca (Panchita) que es mi segunda madre y siempre me dijo que la familia debe estar unida pase lo que pase; mi más grande agradecimiento, respeto, admiración y amor de este su hijo.

A las personas que tengo en el cielo mis abuelitos Timotea y Justino, tío Toribio y mi hermanita Karito; sé que siempre están cuidando de mí, guiando mis pasos, bendiciéndome, haciendo de que cada uno de mis metas y sueños se hagan realidad, Amen.

JOSE J. VELASQUEZ MATOS

Bach. VELASQUEZ MATOS, José Justino



AGRADECIMIENTO

Estas palabras son demasiadas cortas para transmitir el agradecimiento eterno a las personas que, en el inicio, transcurso y el final de esta etapa de mi vida, compartieron momentos inolvidables conmigo.

Al Ms. Ing. LOPEZ CARRANZA Atilio Rubén, por la paciencia y profesionalismo en la orientación, colaboración y el apoyo recibido para el desarrollo de la presente investigación.

Agradecer a docentes, ingenieros y técnicos Facultad de Ingeniería Civil, por la educación brindada e impartida durante mi formación académica y profesional.



PALABRAS CLAVES

Concreto, cemento, diatomita, resistencia, permeabilidad, mortero, dosificación.

ABSTRAC

Concrete, cement, diatomite, strength, permeability, mortar dosage.

Tema "Producción de concreto con sustitución porcentual de diatomita por cemento portland tipo I en Nuevo Chimbote"

Especialidad Tecnología del Concreto

Objetivo Producir concreto con sustitución porcentual de diatomita por cemento Portland Tipo I en Nuevo Chimbote.

Método Experimental



RESUMEN

El tema de tesis “PRODUCCION DE CONCRETO CON SUSTITUCION PORCENTUAL DE DIATOMITA POR CEMENTO PORTLAND TIPO I EN NUEVO CHIMBOTE”, se desarrolla con la finalidad de analizar la producción de concreto utilizando la diatomita como material cementante. El ahínco de este trabajo es averiguar acerca de un material que ofrezca resistencia a la compresión y excelentes características al concreto como disminución de la permeabilidad, trabajabilidad entre otras. Es así como se llega a la conclusión del uso de la diatomita ya que es un material puzolanico.

Palabra Clave: Concreto, resistencia, diatomita.



INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
1. INTRODUCCION.....	14
1.1. ANTECEDENTES.....	15
1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	17
1.3. PROBLEMA.....	17
1.4. MARCO TEORICO.....	17
1.4.1. CONCRETO.....	17
1.4.1.1. Componentes del Concreto.....	18
1.4.1.1.1. Cemento.....	18
1.4.1.1.2. Agregado Fino.....	31
1.4.1.1.2.1. Propiedades del Agregado Fino.....	31
1.4.1.1.3. Agregado Grueso.....	36
1.4.1.1.3.1. Propiedades del Agregado Grueso.....	36
1.4.1.1.4. Agua.....	39
1.4.1.2. Propiedades del Concreto Fresco.....	42
1.4.1.3. Propiedades del Concreto Endurecido.....	47
1.4.1.4. Estado del concreto.....	51
1.4.2. DIATOMITA (TIERRAS DIATOMEAS)	52
1.4.2.1. Definición.....	52
1.4.2.2. Características.....	53
1.4.2.3. Depósito de Diatomitas en el Perú.....	54
1.4.2.4. Aplicaciones de la Diatomita.....	56
1.4.3. CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA LA INVESTIGACION.....	57
1.4.4. DISEÑO DE MEZCLA.....	60
1.4.5. ENSAYO AL CONCRETO.....	61
1.5. HIPOTESIS.....	64
1.6. OBJETIVOS.....	64



2. MATERIAL Y METODOS.....	65
2.1. Tipos y diseño de investigación.....	66
2.2. Población y Muestra.....	68
2.3. Técnicas e Instrumentos.....	71
2.4. Recolección, Proceso y Análisis.....	75
3. RESULTADOS.....	76
3.1. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS.....	77
3.1.1. Granulometría del Agregado Fino.....	77
3.1.2. Granulometría del Agregado Grueso.....	78
3.2. PESO UNITARIO.....	79
3.2.1. Peso Unitario del Agregado Fino.....	79
3.2.1.1. Peso Unitario Suelto del A. Fino.....	79
3.2.1.2. Peso Unitario Compactado del A. Fino.....	79
3.2.2. Peso Unitario del Agregado Grueso.....	79
3.2.2.1. Peso Unitario Suelto del A. Grueso.....	79
3.2.2.2. Peso Unitario Compactado del A. Grueso.....	80
3.2.3. Peso Unitario de la Diatomita.....	80
3.2.4. Peso Unitario Suelto de la Diatomita.....	80
3.2.5. Peso Unitario Compactado de la Diatomita.....	80
3.3. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS.....	81
3.3.1. Ensayo de Humedad del Agregado Fino.....	81
3.3.2. Ensayo de Humedad del Agregado Grueso.....	81
3.3.3. Ensayo de Humedad de la Diatomita.....	81
3.4. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS.....	82
3.4.1. Gravedad Especifica del Agregado Fino.....	82
3.4.2. Gravedad Especifica del Agregado Grueso.....	82
3.5. RESULTADO DEL ENSAYO DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	83
3.5.1. Asentamiento.....	83
3.5.2. Peso Unitario.....	83
3.5.3. Contenido de Aire.....	85
3.5.4. Exudacion.....	86
3.6. Ensayo de Concreto en Estado Endurecido.....	90
3.6.1. Resistencia a la Compresion.....	90



3.6.2. Ensayo de Profundidad de Penetracion de agua bajo presión....	94
4. ANALISIS Y DISCUSION.....	96
4.1. ANALISIS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	97
4.1.1. Peso Unitario.....	98
4.1.2. Asentamiento.....	99
4.1.3. Contenido de Aire.....	100
4.1.4. Exudación.....	101
4.2. ANALISIS DE LOS E. DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	102
4.2.1. Resistencia a la Compresión.....	102
4.2.2. Ensayo de Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presion.....	105
4.3. COSTO BENEFICIO DEL CONCRETO POR M3.....	107
5. CONCLUSIONES.....	108
6. RECOMENDACIONES.....	110
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	112
8. ANEXOS.....	115



INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: Proporciones Típicas De Los Componentes Del Concreto....	19
CUADRO N° 2: Componentes Quimicos Del Cemento.....	21
CUADRO N° 3: Compuesto Quimicos Del Cemento.....	22
CUADRO N° 4: Finura de Blaine.....	23
CUADRO N° 5: Requisitos Tecnicos De Los Cementos.....	25
CUADRO N° 6: Peso Especifico.....	33
CUADRO N° 7: Requisito Granulometrico Del Agregado Fino.....	34
CUADRO N° 8: Requisito Granulometrico Del Agregado Grueso.....	39
CUADRO N° 9: Porcentaje Maximo Del Ion Cloruro Según El Tipo De Concreto.....	41
CUADRO N° 10: Requisitos Para El Agua De Mezcla Y Curado.....	42
CUADRO N° 11: Consistencia / Asentamiento.....	44
CUADRO N° 12: Tabla de Tolerancias.....	44
CUADRO N° 13: Circunstancias Que Afecta A La Durabilidad.....	50
CUADRO N° 14: Caracteristicas Fisicas De Las Diatomitas en Yacimientos Peruanos.....	54
CUADRO N°15: Composicion Quimicas De Diatomita En Yacimientos Peruanos.....	55
CUADRO N°16: Composicion Quimica de Algunas Diatomitas Naturales (% en peso).....	57
CUADRO N° 17: Cantidad de Probetas Por Ensayo Compresion y Permeabilidad.....	69
CUADRO N° 18: Variable Independientes.....	70
CUADRO N° 19: Variable Dependiente.....	70
CUADRO N° 20: Tecnicas E Instrumentos.....	71
CUADRO N° 21: Granulometria Del Agregado Fino.....	77
CUADRO N° 22: Granulometria Del Agregado Grueso.....	78
CUADRO N° 23: Peso Unitario Suelto Del Agregado Fino.....	79
CUADRO N° 24: Peso Unitario Compactado Del Agregado Fino.....	79



CUADRO N° 25: Peso Unitario Suelto Del Agregado Grueso.....	79
CUADRO N° 26: Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso.....	80
CUADRO N° 27: Peso Unitario Suelto De La Diatomita.....	80
CUADRO N° 28: Peso Unitario Compactado De La Diatomita.....	80
CUADRO N° 29: Contenido De Humedad Del Agregado Fino.....	81
CUADRO N° 30: Contenido De Humedad Del Agregado Grueso.....	81
CUADRO N° 31: Contenido De Humedad De La Diatomita.....	81
CUADRO N° 32: Gravedad Especifica Del Agregado Fino.....	82
CUADRO N° 33: Gravedad Especifica Del Agregado Grueso.....	82
CUADRO N° 34: Asentamiento Del Diseño De Mezcla.....	83
CUADRO N° 35: Resultados Del Ensayo Del Peso Unitario Del Concreto Patron.....	83
CUADRO N° 36: Ensayo De Peso Unitario Del Concreto Con Sustitucion Del 5% Diatomita.....	84
CUADRO N° 37: Ensayo De Peso Unitario Del Concreto Con Sustitucion Del 10% Diatomita.....	84
CUADRO N°38: Ensayo De Peso Unitario Del Concreto Con Sustitucion Del 15% Diatomita.....	85
CUADRO N° 39: Resultado Del Ensayo De Contenido De Aire.....	85
CUADRO N° 40: Exudacion De Agua Del Concreto Patron.....	86
CUADRO N° 41: Exudacion De Agua Del Concreto Con Sustitucion del 5% Diatomita.....	87
CUADRO N° 42: Exudacion De Agua Del Concreto Con Sustitucion del 5% Diatomita.....	88
CUADRO N° 43: Exudacion De Agua Del Concreto Con Sustitucion del 5% Diatomita.....	89
CUADRO N° 44: Resultados Del Ensayo De Compresion Del Concreto Patron A Los 7,14 y 28 Dias De Curado.....	90
CUADRO N° 45: Resultados Del Ensayo De Compresion Del Concreto Con 5% De Sustitucion De Diatomita A Los 7,14 y 28 Dias De Curado.....	90
CUADRO N° 46: Resultados Del Ensayo De Compresion Del Concreto Con 10% De Sustitucion De Diatomita A Los 7,14 y 28 Dias De Curado.....	90



CUADRO N° 47: Resultados Del Ensayo De Compresion Del Concreto Con 15% De Sustitucion De Diatomita A Los 7,14 y 28 Dias De Curado.....	90
CUADRO N° 48: Ensayo De Profundidad De Penetracion De Agua Bajo Presion Del Concreto Patron.....	94
CUADRO N° 49: Ensayo De Profundidad De Penetracion De Agua Bajo Presion Con 5% De Sustitucion De Diatomita.....	94
CUADRO N° 50: Ensayo De Profundidad De Penetracion De Agua Bajo Presion Con 10% De Sustitucion De Diatomita.....	94
CUADRO N° 51: Ensayo De Profundidad De Penetracion De Agua Bajo Presion Con 15% De Sustitucion De Diatomita.....	95
CUADRO N° 52: Costo Beneficio Del Concreto Por M3 Con 0, 5, 10 y 15% De Sustitucion De Diatomita.....	105



INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01: Ensayo Peso Unitario Del Concreto Patron, con 5, 10 y 15% de Sustitucion de Diatomita.....	98
Grafico N° 02: Ensayo de Asentamiento del Concreto Patron, con 5, 10 y 15% de Sustitucion de Diatomita.....	99
Grafico N° 03: Ensayo de Contenido de Aire del Concreto Patron, con 5, 10 y 15% de Sustitución de Diatomita.....	100
Grafico N° 04: Ensayo de Exudacion del Concreto Patron, con 5, 10 y 15% de Sustitucion de Diatomita.....	101
Grafico N° 05: Ensayo de Compresion del Concreto Patron.....	102
Grafico N° 06: Ensayo de Compresion del Concreto con 5% de Sustitucion de Diatomita.....	102
Grafico N° 07: Ensayo de Compresion del Concreto con 10% de Sustitucion de Diatomita.....	103
Grafico N° 08: Ensayo de Compresion del Concreto con 15% de Sustitucion de Diatomita.....	103
Grafico N° 09: Resistencias Promedio Vs. Tiempo del Concreto Patron, con 5, 10 y 15% de Sustitucion de Diatomita.....	104
Grafico N° 10: Ensayo de Profundidad de Penetracion de Agua Bajo Presion del Concreto Patron, 5, 10 y 15% de Sustitucion de Diatomita....	105
Grafico N° 11: Costo Beneficio del Concreto Patron, con 5, 10 y 15% de Sustitucion de Diatomita.....	106



CAPITULO I:

INTRODUCCION



1.1. ANTECEDENTES.

1.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Adicionar minerales en los aglomerados hidráulicos data de épocas muy antiguas. Por ejemplo, los romanos las utilizaron en sus estructuras en base a morteros de cal y puzolana; cabe mencionar que estas obras han quedado inmortalizadas hasta el día de hoy. En la década del siglo XX que se especifica el uso del cemento adicionando con un máximo de 30% de escoria; en 1934 la norma oficial en Francia y en 1946 la ASTM la incorpora entre sus normas.

Para 1950, las adiciones tuvieron importante desarrollo en Europa – Alemania, Francia y Belgica, específicamente – incorporándose al cemento portland, incrementando rápidamente la capacidad instalada frente a los requerimientos de la reconstrucción de los daños dejados por la II Guerra Mundial. Para finales de la década del 70 en la ex U.R.S.S. el porcentaje de incorporación de la escoria era del 50%.

- Borgel E, (2007). Mediante la caracterización de la diatomita se encontró como fase mayoritariamente el cuarzo (SiO_2), el cual se encuentra en porcentajes del 76.0% cuando esta al natural, 81.50% cuando se calcina y 82.00% cuando se calcina con fundente considerándose en procesos alternos, ya que cumple con la norma (ASTM D604-81)



1.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

En el Perú uno de los primeros que produjo cemento adicionado escoria fue Cementos Norte Pacasmayo en 1976.

- **Sanchez Stasiw Carol (2008). Dedicó su tiempo al estudio experimental del uso de diatomita en la elaboración de concretos de alto desempeño.** Utiliza micro sílice para obtener concretos de alta resistencia, obteniendo 1400 kg/cm² a los 180 días con un asentamiento de 3.8”
- **Saldarriaga R. Dalia, (2009). Fabricación de Ladrillos Aislantes y Revestimientos Cerámicos con Diatomita de San Juan Argentina).** Los ladrillos elaborados con la diatomita poseen en valores superiores. El ladrillo elaborado con 100% de diatomita, adquiere beneficios muy parecidos al ladrillo comercial; de los cuales se puede decir que este último es mejor. También elaboraron ladrillos con 40% de diatomita del cual se pudo observar resistencia adecuado como también ínfima conductividad térmica.

1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

El cemento portland es en la actualidad uno de los materiales más manipulados a nivel mundial para preparar concreto. Hoy en día solicitan que la producción de cemento y de ciertos aditivos químicos se efectúe con el consumo minúsculo de energía y que sus subproductos no sean agresores al medio ambiente.

1.3. PROBLEMA

¿Qué porcentaje de cemento Portland Tipo I se debe sustituir por diatomita para obtener la resistencia adecuada de un concreto?



1.4. MARCO TEORICO

1.4.1. CONCRETO

Es el resultado de mezclar, cemento, agua y agregados, proporcionalmente, al cual se le añade aditivo para mejorar las propiedades del concreto. Así mismo, se introduce de manera simultánea el aire. Al juntar todos estos materiales tendremos como producto una masa plástica que puede ser manipulada y compactada de manera pesada; conforme transcurra el tiempo el concreto empezara adquirir un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

1.4.1.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

El concreto fresco es una mezcla semilíquida de cemento portland, arena (agregado fino), grava (agregado grueso) y agua. Mediante un proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable. Cuando se mezcla, se hace el vaciado y se cura de manera apropiada, el concreto forma estructuras solidas capaces de soportar las temperaturas extremas del invierno y del verano sin requerir de mucho mantenimiento.

CUADRO N° 01: PROPORCIONES TIPICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

PROPORCIONES TIPICAS EN VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO	
AIRE	1% a 3%
CEMENTO	7% a 15%
AGUA	15% a 22%
AGREGADOS	60% a 75%

Fuente: A. Torres Carillo (2004)

1.4.1.1.1. CEMENTO

Es un material inorgánico finamente molido que amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación.



Figura N° 1: El Cemento

➤ Cemento Portland

Viene a ser un aglutinado hidráulico que al unirse con los agregado fino y grueso, agua y acero, conforma una masa resistente y duradera, denominado concreto. Su componente principal es el calcio hidráulico.

1.4.1.1.1.1. COMPOSICION QUIMICA DEL CEMENTO

a) Componentes Químicos

La materia prima utilizada en la fabricación del cemento hidráulico está compuesta por varios elementos como son:

CUADRO N° 2: COMPONENTES QUIMICOS DEL CEMENTO

OXIDO COMPONENTE	PORCENTAJE TIPICO
CaO	58% - 67%
SiO ₂	16% - 26%
Al ₂ O ₃	4% - 8%



Fe ₂ O ₃	2% - 5%
SO ₃	0.1% - 2.5%
MgO	1% - 5%
K ₂ O y Na ₂ O	0% - 1%
Mn ₂ O ₃	0% - 3%
TiO ₂	0% - 0.5%
P ₂ O ₅	0% - 1.5%
Perdida x Calcinación	0.5% - 3%

Fuente: A. Torre (2004)

b) Compuestos Químicos

El tiempo que dura el calcinamiento de la producción del Clinker del cemento Portland los óxidos se concertarán junto a los elementos ácidos, dando lugar a 04 significativos compuestos. De los cuales los primeros mezclados se constituyen alrededor del 90 a 95% del cemento, dichas mezclas o compuestos se pueden observar en menores montos.

❖ Silicato Tricálcio ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$)

- Absorbe el agua y se solidifica precipitadamente.
- Este es el componente esencial del cemento.
- Establece la celeridad o rapidez del fraguado.
- Expulsa demasiada cantidad de calor de hidratación, igual a 120 cal/gr.
- Apoya a resistir el intemperismo.

❖ Silicato Dicálcio ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$)

- Da mejor resistencia cuando el concreto está por encima de los 7 días.
- Por el porcentaje de Clinker que aporta al concreto es de suma importancia.
- Absorbe agua y se solidifica lentamente.
- Logra superior resistencia a la compresión a extendido plazo
- El importe de hidratación es igual a 63 cal/gr.
- Es importante para que el concreto resista al intemperismo, junto al C₃S.



- ❖ **Aluminio Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) → C3A**
 - Su fraguado es demasiado veloz.
 - Expulsa gran importe de calor en los primeros días de la absorción de agua.
 - Es de baja resistencia al intemperismo.
 - Es de mala firmeza de volumen.
 - La hidratación es igual a 207 cal/gr.
- ❖ **Aluminio Ferrito Tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ → C4AF → Celita)**
 - Baja el grado de temperatura en la formación del Clinker.
 - Hidratación eficaz.
 - Su hidratación es igual a 100 cal/gr.(moderado).
 - La estabilidad del volumen es mala.
 - Interviene en el color terminante del cemento.

CUADRO N° 3: COMPUESTOS QUIMICOS DEL CEMENTO

DESIGNACION	FORMULA	ABREVIATURA	PORCENTAJE
Silicato Tricalcio	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	30% - 50%
Silicato Dicalcio	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	15% - 30%
Aluminio Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	4% - 12%
Ferro Aluminio Tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF	8% - 13%
Cal libre	CaO		
Magnesia Libre	MgO		

Fuente: A. Torre Carrillo (2004)

1.4.1.1.1.2. PROPIEDADES DEL CEMENTO

➤ **Finura o Fineza**

Viene a ser el nivel de molienda, se aprecia por su superficie específica en m^2/kg .

Importancia: Al ser, más fino, aumenta la resistencia, calor de hidratación, cambios de volumen, hidratación del cemento y mejora la resistencia.

CUADRO N° 4: FINURA DE BLAINE



TIPO DE CEMENTO	FINURA BLAINE (m ² /kg)
I	370
II	370
III	540
IV	380
V	380

Fuente: Torre Carrillo (2004)

➤ **Peso Especifico**

Concerniente al peso por unidad de volumen, se expresa en gr/cm³.

Se determina con el siguiente ensayo:

- Ensayo de Frasco de Le Chateleir (NTP 334.005)

Importancia: Se usa para los cálculos en el diseño de mezclas.

Tiempo de Fraguado

Viene a ser el lapso de tiempo que se da después de mezclar el agua con el cemento y el endurecimiento del concreto. Se enuncia en minutos.

Se puede determinar mediante 2 métodos.

- Agujas de Vicat: NTP 334.006 (97)
- Agujas de Gillmore: NTP 334.056 (97)

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

➤ **Estabilidad de Volumen**

Simboliza la verificación de las variaciones volumétricas por manifestación de agentes expansivos, se expresa en porcentaje. Se puede determinar:

- Ensayo en Autoclave: NTP 334.004 (99)

➤ **Resistencia a la Compresión**

Se analiza la disposición mecánica del cemento para aguantar la fuerza exterior de compresión. Es sumamente importante esta propiedad, se expresa en kg/cm². En el laboratorio se determina mediante:



- Prueba de compresión en probetas cubicas (con mortero cemento – arena normalizado): NTP 334.051 (98)

Se aprueba a diferentes edades 7, 14, 28 días

Importancia: La calidad del cemento lo decide esta propiedad.

➤ **Contenido de Aire**

Es el aire que se encuentra en el concreto, el cual se enuncia en % del volumen total. El cual se determina:

- Peso Volúmenes absolutos de mortero C-A en molde cilíndrico estándar: NTP 334.048

Importancia. El aire que se encuentra en el concreto reduce la resistencia (5% prob cad 1%)

➤ **Calor de Hidratación**

Precipitación que se forma en respuesta a la mezcla de (agua + cemento).

Se establece mediante:

- Prueba del calorímetro de Langavant. Se aplica morteros estándar: NTP 334.064

CUADRO N° 5: REQUISITOS TECNICOS DE LOS CEMENTOS

REQUISITOS FISICOS	TIPOS					
	I	II	V	MS*	IP*	ICo*
Resistencia a la Compresión Min. Kg/cm²						
3 días	120	100	80	100	130	130
7 días	190	170	150	170	200	200
28 días	280	280	210	280	250	250
Tiempo de fraguado, minutos						
Inicial, mínimo	45	45	45	45	45	45
Final, máximo	375	375	375	420	420	420
Expansión en autoclave % máximo	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia a los sulfatos						
% máximo de expansión	----	----	0.04* 14 días	0.1 6 meses	0.10* 6 meses	----
Calor de Hidratación, Max., kj/kg						

7 días	----	290*	----	----	290*	----
28 días	----	----	----	----	330*	----

*:MS: Cemento Portland de Escoria Modificado Tipo I

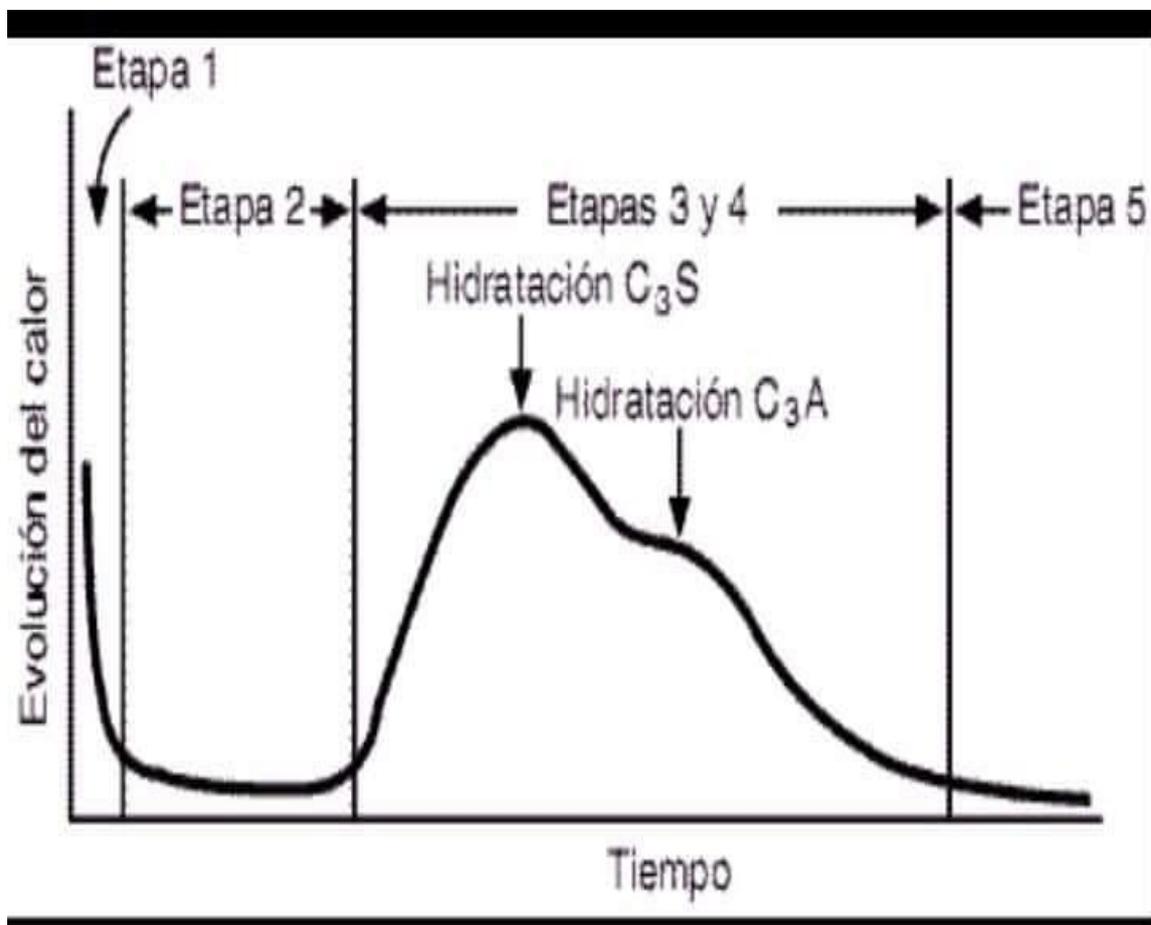
*:IP: Cemento Portland Puzolanico Tipo IP

*ICo: Cemento Portland Compuesto Tipo I

Fuente: NTP 339.009

1.4.1.1.1.3. MECANISMO DE HIDRATACION DEL CEMENTO

Puesto que la hidratación del cemento es una reacción exotérmica, la celeridad de evolución del calor es una indicación de la prisa de hidratación. Esto demuestra que hay tres picos en el apresuramiento de hidratación en los primeros tres días, desde la primera vez que el cemento se pone en unión con el agua. La figura 1 se aprecia la gráfica de la rapidez de evolución del calor contra el tiempo. Podemos ver el primer pico, el cual es muy alto, y que pertenece a la hidratación inicial en el área de las partículas de cemento, que comprende generalmente el C3A. La subsistencia de este alto régimen de hidratación es muy corta, y allí sigue un ciclo nombrado latente, algunas veces nombrado también ciclo de inducción, durante el cual la rapidez es muy baja. Este ciclo percibe una o dos horas durante las cuales la masa de cemento es trabajable (Neville, 1999; Lea's, 2004).





evolución del calor del cemento portland con una relación agua/ cemento

En seguida, la capa superficial se destruye y la velocidad de hidratación va sumando paulatinamente, y los productos de hidratación de los granos individuales se unen, y así sucede el fraguado. La rapidez de evolución del calor llega a un segundo pico, comúnmente a las 10 horas, pero algunas veces tan temprano como a las 4 horas.

Después de este pico, la velocidad de hidratación baja por un lapso de tiempo, la difusión a través de poros de los productos de hidratación llega a ser el factor que examina dicha velocidad. Con la mayor parte de los cementos, pero no con todos, hay un crecimiento renovado en la velocidad de hidratación hasta un tercer pico, inferior, entre las 18 y 30 horas. Este pico se relaciona con una reacción renovada de C3A, que sigue a la utilización total de yeso.

Se pueden definir los siguientes estados

➤ **Plástico**

Es la masa que forman al unirse el agua y el cemento. La relación agua cemento es baja, mejora la agrupación de partículas del concreto y el producto es mucho más resistente.

➤ **Fraguado Inicial**

Es la etapa donde se forma una estructura porosa llamada gel de hidratos de silicato de calcio, de permanencia fluida media entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos. El cual dura un promedio de 3 horas.

➤ **Fraguado Final**

Viene a ser la etapa final del fraguado del cual su característica es la solidificación y las deformaciones permanentes. Esta etapa es el empalme definitivo de las partículas solidificadas.

➤ **Endurecimiento**

Es la etapa que viene después del fraguado final y conforme pase el tiempo incrementa la resistencia. Es la etapa final de la pasta en donde se puede observar las influencias de la constitución del concreto.

1.4.1.1.1.4. TIPOS DE CEMENTO



➤ **Cemento Portland Estándar (sin adición)**

Constituidos por Clinker Portland y la inclusión únicamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso).

Podemos apreciar según NT.:

- TIPO I.- Uso habitual, común y corriente. En el cual no se requiera propiedades especiales
- TIPO II.- Resistencia moderada a los sulfatos
- TIPO III.- Rápido desarrollo de resistencia.
- TIPO IV.- Produce escaso calor al fraguar.
- TIPO V.- Resiste muy bien a los altos ataques de sales.

➤ **Cemento Portland Adicionales**

Tiene como componente principal el Clinker Portland, el yeso y do so mas constituyentes inorgánicos que contribuyen a mejorar las propiedades del cemento.

Aquí tenemos según Norma Técnica:

- **Cemento Portland Puzolanico (NTP 334.044)**
 - Cemento Portland Tipo IP: Contiene de 15% a 40%
- **Cementos Portland Puzolanico de Escoria**
 - Tipo IS: Contiene de 25% a 70%
- **Cemento Portland Compuesto Tipo I (Co) (NTP 334.073):**
 - Cemento con adición adquirido por la pulverización del Clinker y materiales calizos hasta un 30% de peso.
- **Cemento de Albañilería (A) (NTP 334.069):**
 - Cemento adicionado hasta un 30% de materiales calizos y Clinker.
- **Cemento de Especificaciones de la Performance (NTP 334.082):**
 - Cemento de uso frecuente y especiales.

1.4.1.1.1.5. Usos y Aplicaciones de los Cementos Portland.

➤ **Cemento Portland Estándar (Sin adición)**

- **Tipo I.-** En clima frio, pavimentos, cimentaciones, etc.



- **Tipo II.-** Donde se necesite resistencia temprada de la acción de los sulfatos.
- **Tipo III.-** Cuando se requiera resistencia alta a pocos días del fraguado.
- **Tipo IV.-** Para concretos que requieran bajo calor de hidratación,
- **Tipo V.-** Además de las cualidades del Tipo II, en obras portuarias, piscinas, acueductos.

➤ **Cemento Portland Adicionados.**

- **Tipo IP y IPM.-** Utilizar en concretos donde su adición sea la puzolana, es de uso parecido al Tipo I.
- **Tipo MS.-** Este concreto es de uso general con resistencia al ataque químico
- **Tipo ICo.-** concreto similar a emplearse al Tipo I, siendo de mayor plasticidad.

1.4.1.1.2. AGREGADOS PARA EL CONCRETO

Viene a ser el conjunto de minerales naturales, sus formas están abarcadas en los límites fijados por la N.T.P. 400.011.

En el concreto ocupan un promedio de los $\frac{3}{4}$ del volumen, el cual debe tener una selección adecuada, por otra parte, sin estos agregados el concreto no tendría estabilidad volumétrica y larga vida.

Las funciones que cumple en concreto son:

- a) Es el esqueleto o relleno adecuado para la mezcla (cemento y agua).
- b) Aporta una aglomeración de partículas capaz de resistir las acciones del intemperismo.
- c) Minimizar las permutaciones de volumen, de los métodos de fraguado y endurecimientos, de hundimiento y calentamiento de la mezcla.

1.4.1.1.2.1. AGREGADO FINO



Este agregado se obtiene gracias a la trituración o desintegración de las rocas ya sea artificialmente o naturalmente, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pul) y queda retenido en la malla N° 100, y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037-2002.

✓ **PROPIEDADES FISICAS**

Al utilizarse en el concreto debe estar en los parámetros mínimos de calidad como lo estipula la NTP.

La disposición de estos parámetros denominados propiedades físicas nos darán como resultados un valor, el cual haremos uso para diseñar la mezcla del concreto. Las cuales son: peso específico, peso unitario, granulometría, módulo de finura, porcentajes de finos que atraviesa el tamiz N° 200, contenido de humedad y absorción.

A. PESO UNITARIO

N.T.P. 400.017 – ASTM C 29

Dicho peso unitario va depender de su forma, tamaño y granulometría, contenido de humedad, así como también de los factores externos, los cuales son: nivel de compactación, tamaño máximo en proporción con el volumen del depósito, la forma de afirmación, etc.

El cual se enuncia de 2 formas: suelto y compactado.

- **Peso Unitario Suelto.**

Rellenamos perennemente hasta llegar al volumen requerido sin ningún tipo de compactación.

- **Peso Unitario Compactado.**

Rellenamos en 3 capas similares, compactándolo por varillado cada capa como lo estipula la norma.

El peso unitario está influenciado por su:

- Gravedad Especifica
- Granulometría
- Perfil y textura superficial



- Condición de Humedad
- Grado de Compactación

B. PESO ESPECIFICO N.T.P. 400.022 - ASTM C 128

Viene a ser el enlace del peso del material y su volumen, su discrepancia con el peso unitario está en que este no le da importancia al volumen que llenan los vacíos del material.

Se dará a conocer algunas especificaciones.

❖ **Peso Específico de Masa (P.E. masa)**

Es el vínculo del peso y el volumen total, del agregado

❖ **Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco (P.E. sss)**

Es el vínculo del peso saturado aparentemente seco y el volumen del agregado

❖ **Peso Específico Aparente (P.E. aparente)**

Es el vínculo del peso y el volumen Impenetrable de la masa del agregado.

CUADRO N° 6: PESO ESPECIFICO

TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO (kg/m³)	PESO ESPECIFICO AGREGADO (gr/cm³)
PESO NORMAL	2200 - 2550	2.4 – 2.8

Fuente: A. Torre Carrillo (2004)

C. CONTENIDO DE HUMEDAD N.T.P. 400.011 - ASTM C125

Contenido de líquido que comprende el agregado. El contenido de humedad es significativo porque de acuerdo a su importe (en porcentaje), la cantidad de líquido en el concreto será diferente. Asimismo viene a ser la diferencia entre el peso natural y el peso seco en horno (1 día), dividido entre el peso natural del material, todo por 100.



D. PORCENTAJE DE ABSORCION N.T.P. 400.011 - ASTM C 125

Es la capacidad de absorción de líquido en contacto con el agua. El cual influye para la relación agua/cemento en el diseño de mezcla.

La absorción no debe pasar los límites del 5%

E. GRANULOMETRIA N.T.P. 400.012 - ASTM C 33

Es la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones del mismo tamaño, según los tamices utilizados.

La NTP establece las especificaciones granulométricas.

CUADRO N° 7: REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO

REQUISITOS GRANULOMETRICOS / ASTM C-33	
MALLA	% QUE PASA
N° 3/8"	100
N° 4"	95 – 100
N° 8"	80 – 100
N° 16"	50 – 100
N° 30"	25 – 60
N° 50"	10 – 30
N° 100"	2 - 10

Fuente: A. Torre Carrillo (2004)

1.4.1.1.2.2. AGREGADO GRUESO

Es el retenido en tamiz 4.75 mm (N°9), proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.

➤ PROPIEDADES FISICAS

Tiene que cumplir con los parámetros de calidad establecidos por la NTP.

- Debe proceder de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad,
- Dureza no menor a 7



- Su resistencia a la compresión tiene que ser no menor al doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

Dicho Agregado deben estar dentro de los estándares que manden dichas normas de control, siendo de prioridad que sus propiedades físicas se mantengan en los estándares de calidad

A. PESO UNITARIO

N.T.P. 400.017 - ASTM C29

Es el que alcanza un definitivo volumen unitario, el cual se expresa en kg/m³. Dichos valores para agregados se encuentran de 1500 y 1700 kg/m³. Dichos valores se aplican en agregados ligeros o pesados.

❖ Peso Unitario Suelto

Completaremos el volumen requerido llenándolo constantemente, sin ser compactada. El cual cambia de acuerdo al contenido de humedad, aumentándolo.

Peso Unitario Compactado.

Llenaremos recíprocamente dividido en 3 capas similares, compactándolo por el varillado en cada capa como lo estipula la NTP.

B. PESO ESPECIFICO

N.T.P. 400.021 - ASTM C 127

Si el agregado oscila entre 2.5 a 2.8, son de buena calidad y si se encuentra por debajo de estos valores serán de mala calidad.

C. CONTENIDO DE HUMEDAD

N.T.P. 400.021 - ASTM C566

Es la cantidad de líquido que comprende el agregado. Con esta propiedad el concreto en su diseño de mezcla cambiara la cantidad de agua a utilizar.

D. PORCENTAJE DE ABSORCION

N.T.P. 400.021 - ASTM C127



Es el aforo del agregado grueso para su hidratación de agua en contacto con dicho líquido. El cual influye en la relación agua/cemento en el hormigón. Dicha propiedad no deberá sobrepasar el 3%.

E. GRANULOMETRIA

N.T.P. 400.012 ASTM C33

Dicho análisis de las partículas separa fracciones del mismo tamaño según abertura de los tamices utilizados. Se escoge por el tamaño de abertura cuadrada en pulgadas. Los agregados gruesos en 10 series, que son similares a las normalizadas por la ASTM. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla 1 ½" y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼". El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la norma.

CUADRO N°8: REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

AS TM N°	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		4"	3 ½"	3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°8	N°16
1	3 ½" A 1 ½"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	2 ½" a 1 ½"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	2" – 1"				100	95 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	2" a malla N° 4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	1 ½" a ¾"					95 a 100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	1 ½" a malla N° 4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	1" a ½"					100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	1" a 3/8"					100	100	90 a 100		10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	1" a malla N° 4						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	¾" a 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	25 a 60	0 a 5		



67	¾" a malla N° 4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	½" a malla N° 4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	3/8" a malla N° 4									100	65 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

1.4.1.1.3. AGUA PARA EL CONCRETO

N.T.P. 339.088

Es el elemento fundamental para la hidratación y el desarrollo de sus propiedades del concreto endurecido. Y debe cumplir con los parámetros establecidos en la norma.

1.4.1.1.3.1. COMENTARIO DE LA NORMA E.060 SOBRE EL AGUA PARA CONCRETO

El RNE. nos recomienda que en la preparación se debe utilizar agua potable. Por supuesto, el agua no debe haber sido utilizada previamente en otras tareas. Cuando se usa agua no potable (acequia, rio, etc.), o agua potable usada, estas pueden contener impurezas (compuestos químicos), las cuales pueden afectar seriamente la calidad del concreto.

CUADRO N° 9: PORCENTAJE MAXIMO DEL ION CLURURO SEGÚN EL TIPO DE CONCRETO

TIPO DE ELEMENTO	%
Concreto Pretensado	0.06
Concreto armado con elementos de aluminio o fierro galvanizado	0.06
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10
Concreto armado sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de un recubrimiento impermeable	0.80

Fuente: NTP 339.088



1.4.1.1.3.2. FUNCIONES DEL AGUA PARA EL CONCRETO

Funciones principales:

- a) Hidratar el cemento.
- b) Ser el lubricante y dar trabajabilidad al concreto.
- c) Rellenar la estructura de los vacíos necesarios en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Funciones del agua con impurezas son:

- a) Manchas en el concreto endurecido
- b) Eflorescencia sobre la superficie.
- c) La corrosión de acero es más propensa.
- d) Cambios volumétricos, disminuye su resistencia.
- e) Altera el tiempo en el que el concreto endurece totalmente.

1.4.1.1.3.3. REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA

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

La NTP 339.088, El agua considerada para la preparación y curado del concreto, deben estar dentro del rango del siguiente cuadro.

CUADRO N° 10: REQUISITOS PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
SOLIDOS DE SUSPENSION (RESIDUO INSOLUBLE)	5,000 ppm. Máximo
MATERIA ORGANICA	3 ppm. Máximo
ALCALINIDAD (NaCHCO ₃)	1,000 ppm. Máximo
SULFATOS (ION SO ₄)	600 ppm. Máximo
CLORUROS (ION CI ⁻)	1,000 ppm. Máximo



pH

5 a 8 Máximo

Fuente: NTP 339.088

- Si vamos a controlar el color entonces el contenido máximo de fierro expresado en ion férrico, tendrá que ser de 1ppm.
- El agua debe de estar limpia de azucares, sales de potasio o de sodio.
- Si el agua a utilizar no es potable deberá ser analizado por un laboratorio para determinar su calidad y el supervisor debería aprobarlo para su respectivo uso.
- Las proporciones de agua en la preparación del concreto que se utilizará dependerá de la fuente elegida.

1.4.1.2. PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO

a) Trabajabilidad

El mezclado y la manipulación del concreto es de total disposición. Esta propiedad depende de:

- ✓ Superficies del elemento
- ✓ Elementos armados.
- ✓ Medios de puesta en obra.

La trabajabilidad será mayor cuando:

- ✓ Mantenga abundante agua
- ✓ Cuantiosa cantidad de finos
- ✓ Agregados de cando rodado
- ✓ Considerable cantidad de cemento
- ✓ Fluidificantes / plastificantes
- ✓ Adiciones

Para calcular la Trabajabilidad se utiliza el método del "SLUMP" o Asentamiento en el cono de Abrams, ya que permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto. Debe tenerse clara la idea que es más una prueba de uniformidad que de trabajabilidad.

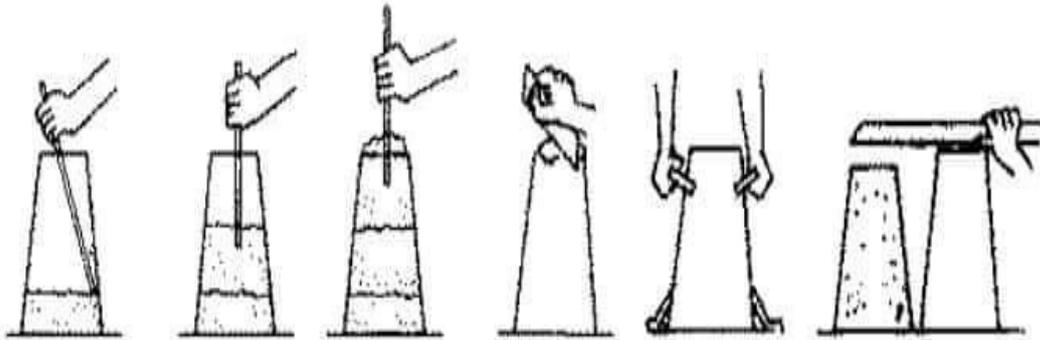


Figura N° 3 – La prueba del SLUMP

b) **Consistencia**

Decimos por consistencia que es la facilidad que tiene el concreto recién producido en su estado fresco para deformarse y acoplarse a una forma ya establecida. La cual se da por:

- ✓ Agua de amasado
- ✓ Tamaño máximo del agregado
- ✓ Granulometría
- ✓ Forma de los agregados

Características de consistencia

- ✓ SECA: Vibrado energético
- ✓ PLASTICA: Vibrado normal
- ✓ BLANDA: Apisonado.
- ✓ FLUIDA: Barra

CUADRO N° 11: CONSISTENCIA / ASENTAMIENTO

CONSISTENCIA	ASIENTO
SECA	0 – 2
PLASTICA	3 – 5
BLANDA	6 – 9
FLUIDA	10 - 15

Fuente: A. Torre Carrillo (2004)

CUADRO N° 12: TABLA DE TOLERANCIAS

CONSISTENCIA	TOLERANCIA	INTERVALO
--------------	------------	-----------



SECA	0	0 – 2
PLASTICA	+ - 1	3 – 5
BLANDA	+ - 1	6 – 9
FLUIDA	+ - 1	10 – 15

Fuente: A. Torre Carrillo (2004)

c) **Homogeneidad y Uniformidad**

Es la distribución uniforme de los componentes de la masa.

Estas dependen:

- ✓ Optimo amasado
- ✓ Optimo transporte
- ✓ Optima puesta en obra.

La homogeneidad se disipa por:

- ✓ Pésimo mezclado
- ✓ Exagerada agua
- ✓ Mala calidad de los agregados.
- ✓ Abundancia de agregados.

Esto induce:

- ✓ Segregación: disociación de los agregados gruesos y finos.
- ✓ Decantación: el agregado grueso se ubica al fondo y los finos en la superficie.

d) **Compactibilidad**

La característica que tiene el concreto en compactarse. Existen varios métodos que establecen el denominado “Factor de Compactación”, que evalúa la cantidad de trabajo que se necesita para la compactación total.

e) **Estabilidad**

Cuando el concreto se acopla a las diferentes formas sin aplicación de ninguna fuerza adicional.



Es interesante notar que ambos fenómenos no dependen expresamente del agua. Cuando el agregado a ser desplazado mediante la aplicación de trabajo externo se evalúa en función de la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte.

La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, y la resistencia interna al corte la previene la habilidad de las partículas exceso de agua en la mezcla, sino del contenido de finos y de las propiedades adherentes de la pasta.

f) Movilidad

Es la facilidad de desplazamiento o movilidad del agregado en la pasta.

g) Segregación

Las discrepancias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas se ubiquen al fondo, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% y el grueso 6% (para agregados normales), lo cual adicionando su viscosidad resulta que el agregado grueso quede suspendido e inmerso a la matriz.

h) Exudación

Es el proceso donde el agua del concreto sube hacia la superficie.

El fenómeno está establecido por las leyes de la física del flujo de un líquido en un sistema capilar.

i) Contracción

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de la fisuración que acarrea con frecuencia.

Ya hemos visto que la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible.

Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de la



mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla. Este proceso no es irreversible, ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción acaecida.

1.4.1.3. PROPIEDADES PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO

a) Impermeabilidad

Dicha propiedad de impermeabilidad en el concreto no será al 100%, y para lograr hacer impermeable un concreto necesitamos utilizar aditivos y también la relación a/c es baja.

Depende de:

- ✓ Fineza del cemento
- ✓ Importe de agua
- ✓ Compacidad

b) Resistencia a la Compresión

Es la máxima resistencia de un prototipo de concreto o de mortero a carga axial. Dicha resistencia se enuncia en kg/cm², el cual alcanzara su resistencia máxima a los 28 días de curado. Su representación es $f'c$.

Algunas propiedades del concreto endurecido son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos. Esto no quiere decir que un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades (Neville, 1999).

Los principales factores que establecen la resistencia del concreto son los siguientes: relación agua/ materiales cementantes, condiciones de curado (humedad y temperatura), edad, características y cantidad del material cementante, características y cantidad de los agregados, tiempo de mezclado, grado de compactación y el contenido de aire (practica estándar para el curado del concreto, ACI 308).

➤ La Resistencia a la Flexión del Concreto



También es nombrada como módulo de ruptura, para un concreto de peso estándar su aproximación será del 1.99 a 2.65 veces a la $\sqrt{f'c}$.

Generalmente su valor corresponde a 10% f'c. del concreto de esta propiedad nos sirve para diseñar estructuras que están con cargas.

➤ **La Resistencia a la Tracción del Concreto**

Está en valores de 8% - 12% de su f'c. el cual está estimado 1.33 a 1.99 veces la $\sqrt{f'c}$.

➤ **La Resistencia a la Torsión para el Concreto:**

Está fundamentada por el módulo de ruptura y con las medidas de los elementos del concreto.

➤ **La Resistencia al Cortante del Concreto:**

Oscila entre el 35% - 80% f'c y resistencia a flexión, tensión, torsión, y cortante, de acuerdo al medio ambiente en donde se ubique el concreto y también de sus componentes a utilizar.

c) Durabilidad

Es la capacidad que tiene el concreto para resistir a los ataques químicos, abrasión, y otras alteraciones que pueden afectar y deteriorar el concreto. El concreto que será durable conservará su forma, calidad y su servicio.

Se acepta generalmente ahora que, al diseñar estructuras, las características de durabilidad de los materiales considerados deberán evaluarse tan cuidadosamente como otros aspectos tales como las propiedades mecánicas y el costo inicial. Primeramente, hay una apreciación mejor de las implicaciones socioeconómicas de durabilidad. Cada vez más, los costos de reparación y de sustitución de las estructuras que se requiere por fallas de material, se han convertido en una parte importante del costo del ciclo de vida de una construcción.



CUADRO N° 13: CIRCUNSTANCIAS QUE AFECTA A LA DURABILIDAD

MECANICAS	Vibraciones, sobrecargas, impactos, choques.
FISICAS	Oscilaciones térmicas, ciclo de hielo y deshielo, fuego, causas higrométricas.
QUIMICAS	Contaminación atmosférica, aguas filtradas, terrenos agresivos.
BIOLOGICAS	Vegetación o microorganismos

d) **Tiempo de Fraguado**

Cuando el cemento y el agua entran en contacto, e inicia una reacción química exotérmica que determinan el paulatino endurecimiento de la mezcla. Dentro del proceso general de endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; tal estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla. A medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable; este estado se denomina fraguado final.

➤ **El falso fraguado**

El falso fraguado o endurecimiento prematuro, como se le llama a veces, es un endurecimiento inicial de la pasta de cemento que en raras ocasiones se presenta entre 1 y 5 minutos después del mezclado. Este problema se puede modificar eliminar mediante en mezclado continuo o por el mezclado de la pasta

de cemento o del concreto, con lo cual desaparece el endurecimiento sin pérdida de la calidad.

➤ **Factores que Influyen en el Fraguado.**

- ✓ Variaciones en el cemento
- ✓ Temperatura ambiental.
- ✓ Contenido de cemento.
- ✓ Superficies del elemento de concreto.

- ✓ Relación agua – cemento.
- ✓ Características de exudación.
- ✓ Aditivos empleados.

1.4.1.4. ESTADOS DEL CONCRETO:

➤ Estado Fresco

En esta etapa del concreto es blando y trabajable. Lo más esencial de este estado del concreto son la trabajabilidad y la cohesividad.

➤ Estado Fraguado

Este estado se encuentra en el lapso de la compactación y durante el acabado.

➤ Estado Endurecido

Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad.

1.4.2. DIATOMITAS (TIERRA DE DIATOMEAS)

1.4.2.1. DEFINICION

La diatomita es una roca de origen sedimentario sílicea de origen orgánico presentado en diversos grados de consolidación; principalmente esta constituida de restos fosilizados de diatomeas.

El principio de toda diatomita está dada por un espécimen vivo llamado diatomea, vienen a ser prolíficas y microscópicas algas acuáticas unicelulares.





N° 4 Yacimiento de Diatomita

Según su composición, se clasifica:

- ✓ **Diatomita Extra:** de colores blancos, y limpios.
- ✓ **Diatomita de Primera:** de colores muy blanquecinos.
- ✓ **Diatomita de Segunda:** de colores grisáceos

1.4.2.2. CARACTERISTICAS

Las aplicaciones de la diatomea son muy numerosas y eso debido a sus propiedades características:

- ✓ Es de color blanco
- ✓ Alta porosidad
- ✓ Baja densidad
- ✓ Capacidad abrasiva suave.
- ✓ Dureza (Mohs) 1,5 a 2
- ✓ Es de muy buena resistencia a la temperatura.
- ✓ Peso específico bajo.
- ✓ Área superficial 10 a 30 m²/g (la calcinación la reduce a 0,5 a 5 m²/g)
- ✓ Insignificante conductividad térmica y acústica.
- ✓ Elevado poder de absorción (capacidad muy alta para absorber liquido)
- ✓ Inercia a los ácidos
- ✓ Índice de refracción 1,40 a 1,46 (la calcinación la incrementa a 1,49)
- ✓ Resistencia a la proliferación de bacterias.
- ✓ Incombustibilidad.

CUADRO N° 14: CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS DIATOMITAS EN ALGUNOS YACIMIENTOS PERUANOS

TIPO DE YACIMIENTO	LACUSTRE		MARINO	
	Ayacucho	Arequipa	Piura	Ica
Densidad real (g/cm ³)	2.22	2.12	2.26	2.51
Densidad global (g/cm ³)	0.36	0.4	0.38	0.59



Porosidad total %	83.76	80.9	83.24	76.43
Superficie especifica (Hg.m ² /g)	11.3	N.D.	13.5	7.3

Fuente: L.F. Verdeja, et, at, Las Diatomitas en el Perú

1.4.2.3. DEPOSITOS DE DIATOMITAS EN EL PERU.

En el Perú abundan las canteras de diatomitas. Las rocas con alto contenido en diatomeas marinas predominan en los departamentos de ICA, PIURA y TUMBES; los sedimentos constituidos, muestran grosores de cientos de metros. Los depósitos de diatomeas lacustres se ubican en los departamentos de CAJAMARCA, ANCASH, JUNIN, AYACUCHO, CUZCO y AREQUIPA.

➤ Depósito de Origen Marino

- ✓ Piura – Cuenca Sechura; Deposito de diatomita se encuentran intercaladas con fosforitas.
- ✓ Ica – Cuenca Pisco: Se encuentran en la formación Pisco, Intercaladas con capas de arcillas.

➤ Depósito de Origen Lacustre

- ✓ Ayacucho – Cuenca Ayacucho; Deposito como los de Quicapata y Tambillo, las diatomitas constituyen parte de la Formación Ayacucho.
- ✓ Arequipa – Cuenca Lacustre; Capas de diatomita remplazan sedimentos lacustres y cenizas volcánicas.
- ✓ Tacna – Cuenca lacustre.
- ✓ Otros depósitos. Existen otros depósitos y ocurrencias como: Uzuña, Uyapampa, Polobamba en Arequipa; Mala y Cañete en Lima; Yanacancha en Junin; Recuay en Ancash; Huamali en Puno; Ariacota y Tripartito en Tacna.
Aricota – Tacna

CUADRO N°15: COMPOSICION QUIMICA DE DIATOMITA EN ALGUNOS YACIMIENTOS PERUANOS

TIPO DE YACIMIENTO	LACUSTRE		MARINO	
	Ayacucho	Arequipa	Piura	Ica
SiO ₂	85.78	84.89	65.5	73.8
Al ₂ O ₃	2.71	2.62	2	9.7
Fe ₂ O ₃	1.22	1.04	1.3	3



CaO	0.64	0.94	9.6	2.9
MnO	0.01	0.03	-	-
MgO	0.55	0.5	3.3	1.2
TiO₂	0.14	-	-	-
Na₂O	0.26	0.92	1.9	1.8
P₂O₅	0.02	0.01	-	-
K₂O	0.39	0.58	0.5	1.3
PXC*	8.29	7.34	14.75	4.66

*: Perdida por calcinación

1.4.2.4. APLICACIONES DE LAS DIATOMITAS

- Se utiliza en la elaboración de varios tipos de ladrillos, placas/tabiques (mayólica, losetas, tejas, baldosas)
- En la fabricación de fertilizantes, pesticida, pinturas, tamices, caucho, abonos, plásticos.
- Las diatomitas se emplean como excelente dieléctrico.
- Filtración de agua.
- Aditivos para concreto.
- Aislador de calor y el sonido.
- Catalizador en procesos químicos.
- Agente de carga en la fabricación de papel, tintes, jabones, sedantes, calcio sintético, etc.

1.4.3. CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA LA INVESTIGACION

1.4.3.1. DIATOMITA

Para realizar esta investigación utilizamos la diatomita denominada FILLITE extraída por la Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. el cual lo extrajeron del departamento de JUNIN. En donde paso por los procesos de extracción, molienda y embolsado.

En el siguiente cuadro podremos apreciar entre las composiciones químicas de diatomita de otros países. Apreciando que la diatomita peruana se encuentra en los promedios de los valores extranjeros.

CUADRO N° 16: COMPOSICION QUIMICA DE ALGUNAS DIATOMITAS NATURALES (% EN PESO)

Componente	Lompoc, USA	Jalisco, México	Junín, Perú
SiO ₂ %	89.7	91.2	87.20
Al ₂ O ₃ %	3.7	3.2	3.49
CaO %	0.3	0.2	0.47
MgO %	0.6	0.4	0.79
Perdida por calcinación %	3.7	3.6	4.14

Lefond 1983

Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. 2003

Estudios realizados en E.E.U.U. por 3 investigadores (Tagnit-Kamou, Petrov, Luke). Concluyeron en cuanto juntamos la diatomita con el concreto puede aumentar sustancialmente la resistencia a la compresión y la resistencia a la reacción álcali – sílice como también minimiza la porosidad y lo hace más resistente a los cloruros. Y lo último, pero no menos significativo, la diatomita se

usar



puede

como



reemplazo parcial del cemento Portland. Un incremento en la resistencia a los sulfatos debido a la adición de tierras diatomeas. El Filete está disponible en sacos de 20 Kg.

Figura 4. DIATOMITA





COMACSA
Cía. Minera
AGREGADOS CALCAREOS S.A.



Código : VNT-HT-071
Versión : 05
Vigencia : Hasta Diciembre 2015
Pagina : 1 de 1

HOJA TECNICA
Fillite

DESCRIPCION: Tierra de diatomeas con baja gravedad específica, usado como tierra filtrante y carga en pinturas, además de ser un abrasivo y servir como aditivo en productos para la construcción.

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	88.15 %
Fe ₂ O ₃	1.04 %
Al ₂ O ₃	2.53 %
CaO	0.48 %
MgO	0.68 %
Sulfatos	0.01 %

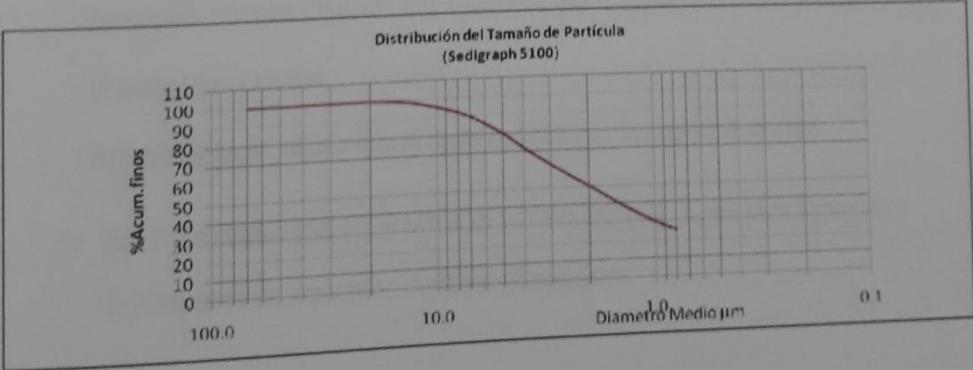
PROPIEDADES FISICAS

	Método	Típico	Rango	Unidades
Residuo en Tamiz N° 325 (45 µm)	LAB-IN-012	0.050	0.0020 a 0.1000	%
Tamaño Máximo (Sedigraph)	Sedimentación	18.00	17.0 a 24.0	µm
TMP - d50 (Sedigraph)	Sedimentación	2.00	1.25 a 2.40	µm
Partículas < 1 µm (Sedigraph)	Sedimentación	29.80	26.0 a 35.0	%
Blancura (Photovolt - FV)	ASTM E1347	83.4	81.0 a 87.5	%

OTRAS PROPIEDADES

Densidad aparente	LAB-IN-020	162	156 a 168	g/l
Gravedad específica	LAB-IN-019	1.984	---	---
Absorción de aceite	ASTM D281	92.0	87.4 a 98.9	%
Fineza Hegman	ASTM D1210	4 %	4 a 5	---
pH (suspensión acuosa al 10%)	LAB-IN-025	7.9	7.80 a 8.30	---
Humedad	LAB-IN-026	3.55	2.50 a 7.00	%

Distribución del Tamaño de Partícula
(Sedigraph 5100)





1.4.3.2. CEMENTO

La investigación que se realizada utilizamos el cemento Tipo I producido por Cementos PACASMAYO S.A. Quien se rige a las normas siguientes:

- ✓ **NTP 334.001: 2001** CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura. 2ª. ed.
- ✓ **NTP 334.082:2001** CEMENTOS. Cementos Portland. Especificaciones de la performance.

1.4.3.3. AGUA

El agua que se utilizo es agua potable y es la adecuada para el concreto, la calidad del agua está resguardada por una cláusula que establece que el agua debe ser potable.

- ✓ **NTP339.088:1982** HORMIGON (CONCRETO). Agua para morteros y hormigones de cementos Portland. Requisitos

1.4.3.4. AGREGADOS GRUESO Y FINO

Se utilizó grava proveniente de la cantera “Piedra Chancada” se encuentra en el distrito de Nuevo Chimbote que pertenece a la provincia del Santa, Región Ancash y al Noreste de Perú y arena proveniente de la cantera “La Carbonera” La caracterización se realizó basada en la norma: NTP 400.012 2001 33 (análisis granulométrico), NTP. 400.021, 400.022 (peso específico y absorción), NTP. 339.185 (contenido natural de humedad), NTP. 400.017 (peso unitario) y ASTM C 33 (análisis granulométrico), ASTM C 125 (módulo de finura de la arena), ASTM C 70, C127 y C 566 (Absorción y contenido de humedad), ASTM



C 29 (peso volumétrico seco suelto y compacto). El tamaño máximo del agregado grueso fue de $\frac{3}{4}$ ". En la tabla, se presentan las características de los materiales pétreos.

1.4.4. DISEÑO DE MEZCLA

Teniendo como base las recomendaciones del ACI C211, que se explicara a continuación. La recomendación original del ACI data del año 1944, habiendo experimentado relativamente muy pocas variantes sustantivas hasta la última versión emitida por el comité 212.1 el año 1991. Está basado en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por.

ASTM C 33-02^a, define el agua de mezcla empíricamente en función del Tamaño Máximo del agregado y del slump como medida de trabajabilidad (tabla 1); asimismo, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del tamaño máximo de la piedra y el módulo de fineza de la arena exclusivamente (tabla 5), y correlaciona la relación agua/cemento en peso con la resistencia en compresión (tabla 4 y 7)

El diseño de mezcla de concreto se realizo por el método ACI, en donde utilizaremos tablas confeccionadas por el ACI 211.

Sucesión del diseño de mezcla:

- a) Escogemos y Seleccionamos de la resistencia requerida (f'_{cr}).
- b) Tomamos el TMN del agregado grueso.
- c) Elección del asentamiento (tabla 01)



- d) Seleccionamos el contenido de aire atrapado (tabla 02)
- e) Seleccionaremos el contenido de agua (tabla 03)
- f) Elegimos el valor de la relación agua/cemento sea por resistencia y compresión por durabilidad (tabla 04 y 07)
- g) Calculo del contenido de cemento (e)/(f)
- h) Seleccionar el peso del agregado grueso (tabla 05), proporcionar el valor de b/b_0 , donde b_0 y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.
- i) Calcular la adición de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- j) Calculamos el volumen del agregado fino.
- k) Calculo del peso en estado seco del agregado fino.
- l) Presentación del diseño en estado seco.
- m) Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- n) Presentación del diseño en estado húmedo.

Las tablas se presentan en el anexos.

1.4.5. ENSAYOS AL CONCRETO

1.4.5.1. ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

Cuando se realice cualquier tipo de ensayo del concreto en estado fresco se tiene que regir y respetar la norma.

ASTM C143-00 Sampling Freshly Mixed Concrete.

1.4.5.1.1. Asentamiento

Se toma una porción de concreto recién elaborado como muestra el cual se procederá a ubicar en el cono de abrams donde se compactará o chuceará con una varilla metálica lisa en tres capas. Después se quita el molde y el concreto fluye. La longitud vertical que se mide entre la altura del molde y el concreto desplazado del centro de la superficie superior se registra como el asentamiento del concreto.



- ✓ **NTP 339.035: 1999** HORMIGON. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams, 2ª. Ed.
- ✓ **ASTM C143 – 00** Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

1.4.5.1.2. Peso Unitario

Aquí determinamos la densidad del concreto recién elaborado el cual nos brinda fórmulas para calcular el rendimiento, contenido de cemento y contenido de aire del concreto.

- ✓ **NTP 339.046:1979** HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cubico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.
- ✓ **ASTM C138/C138M-01^a** Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.

1.4.5.1.3. Contenido de Aire

- ✓ **NTP 339.080:1981** HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. Ensayo tipo hidráulico.
- ✓ **ASTM C231-97e1** Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.

1.4.5.1.4. Exudación del Concreto

- ✓ Exudación (**NTP. 339.077**). La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.
- ✓ Según la norma **ASTM C 232**, se ubica la muestra de concreto en un molde y recolectando con una pipeta el agua superficial que se encuentra en la superficie, Teniendo en cuenta los tiempos, hasta que la pasta ya no exude.



1.4.5.2. ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

1.4.5.2.1. Resistencia a la Compresión

Con este ensayo se establece la resistencia a la compresión de ejemplares cilíndricos elaborados e hidratados de manera estándar.

Los resultados de este método son aplicados como base para obtener resultados y usarlos en el control de calidad de la proporción, mezclado y colocación del concreto; determinación de la conformidad de las especificaciones y control para evaluar la efectividad de las adiciones.

- ✓ **NTP 339.034:1999** HORMIGON. Metodo de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. 2ª Ed.
- ✓ **NTP 339.037:2003** HORMIGON (CONCRETO). Practica normaliza para el refrentado de testigos cilíndricos de hormigon.
- ✓ **ASTM C39/C39M-01** Satndard Test Method for Compressive of Cylindrical Concrete Specimens.
- ✓ **ASTM C617-98** Standard Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens.
- Fechas a realizar los ensayos: 7, 14 y 28 días de curado.
-

1.5. HIPOTESIS

¿Qué porcentaje de cemento portland tipo I, se debe sustituir por diatomita para lograr obtener la resistencia de un concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$?

1.6. OBJETIVOS:

1.6.1. OBJETIVO GENERAL:



Sustituir un porcentaje de diatomita por cemento, para determinar la resistencia de un concreto de $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Realizar un diseño de mezcla de $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, para después sustituir un porcentaje de cemento por diatomita y hacer un análisis entre ambas mezclas.
- ✓ Fabricar probetas con sustitución porcentual de diatomita de 0%, 5%, 10% y 15%
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto en estado endurecido a los 7,14 y 28 días de curado.
- ✓ Comparar y analizar los resultados del concreto en estado fresco con 0%, 5%, 10% y 15% de adición de diatomita en reemplazo de diatomita.



CAPITULO II:

METODOS Y MATERIALES



2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

2.1.1. TIPO DE INVESTIGACION:

2.1.1.1. Investigación Aplicada

Son los resultados de nuevos conocimientos adquiridos y cuando son aplicadas la solución de un problema a mediano y largo plazo.

La ampliación del tipo de investigación que estoy utilizando servirá a contribuir a la solución de un problema, y así tendrá un enfoque cuantitativo porque se basa al estudio de variables y será un método estadístico. Son procedimientos, vías, cuya aplicación permite recolectar información.

2.1.1.1. Investigación Explicativa:

Causa y efecto como son las propiedades a consecuencia de la aplicación de un porcentaje del material.

2.1.2. Diseño de Investigación:

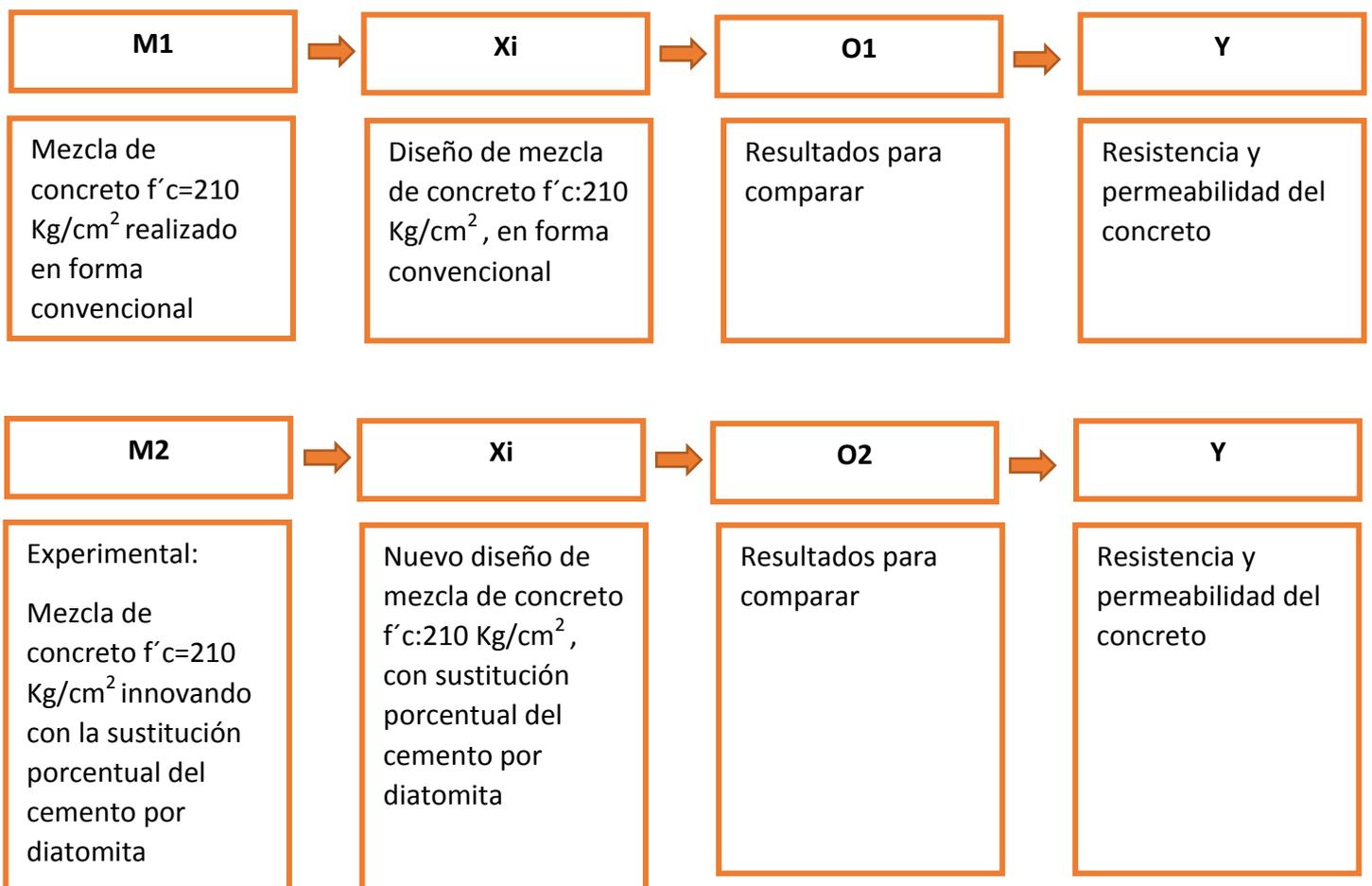
2.1.2.1. Diseño Experimental

Diseño Experimental, porque vamos realizar pruebas y ensayos en el laboratorio y demostrar la hipótesis formulada, tal como se den sus resultados para posteriormente analizarlos, de esa manera lo describiremos según el análisis realizado.



Es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental.

Esquema de Diseño de investigación:



Donde:

- M1** : Probeta de concreto con un diseño de mezcla convencional $f'c=210$ Kg/cm²
M2 : Probeta con un diseño de mezcla con sustitución porcentual de diatomita.
Xi : Dosificación de Diseño de Mezcla (en forma convencional y con sustitución porcentual del cemento por diatomita).



O1, 02: Evaluación de los resultados obtenidos de las propiedades físico mecánico del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución porcentual del cemento por diatomita en comparación con el concreto convencional.

Y : Efectos de las propiedades físico mecánico del diseño de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustitución porcentual de cemento por diatomita.

2.2. POBLACION Y MUESTRA:

- **Unidad de Análisis:** Probetas de concreto
- **Población y Muestra:**

La muestra es tipo Aleatorio ya que este tipo de muestreo, todos los elementos de la población pueden formar parte de la muestra.

- ✓ Para esta investigación se utilizó la diatomita denominada Fillite extraída por la Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A. el cual se llevará al laboratorio de tecnología de concreto de la UNS.
- ✓ Para realizar los ensayos respectivos del presente estudio, se utilizará 3 probetas para el concreto patrón 0% de sustitución de diatomita para 7, 14 y 28 días de curado respectivamente, de igual manera 3 probetas para 7, 14 y 28 días de curado, con sustitución de 5%, 10% y 15 %, esto sumaria un total de 36 probetas de concreto, según lo que indica la norma estandarizada del ACI.

N = 44 Probetas de concreto

n 1 = 27 probetas de concreto con sustitución de diatomita.

n 2 = 9 probetas de concreto convencional.

n 3 = 8 probetas de concreto para ensayo de permeabilidad.



2.2.1. Esquema de Diseño de Investigación:

CUADRO N° 17: Cantidad de probetas por ensayo de compresión y permeabilidad del concreto

DIAS CURADO	SUSTITUCION DE DIATOMIOTA			
	Relación Agua/Cemento (a/c) = 0.56			
	0%	5%	10%	15%
	Resistencia a la Compresión del Concreto			
7	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
14	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
28	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas	3 Probetas
	Ensayo de Permeabilidad			
28	2 Probetas	2 Probetas	2 Probetas	2 Probetas

2.2 VARIABLES

2.2.2.1. Variables Dependientes

Dosificación del diseño de mezcla de concreto patrón y con sustitución porcentual de diatomita para $f'c=210\text{Kg/cm}^2$



CUADRO N° 18: VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLE	INDICADORES
Variable Independiente: Dosificación de diseño de mezcla de concreto con sustitución porcentual de diatomita	Concreto con 0%
	Concreto con 5%
	Concreto con 10%
	Concreto con 15%

2.2.2.2. Variables Dependientes

Propiedades físico mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$

CUADRO N° 19: VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLES	Indicadores	Unidad de Medida
Variables Dependientes: Propiedades físicas mecánicas del concreto	Asentamiento	Cm
	Resistencia a la Compresión	Kg/cm^2
	Permeabilidad	Kg/cm^2
	Peso específico	Kg/cm^3
	Absorción	%



2.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION:

2.3.1. Técnicas: OBSERVACION

- ✓ El proyecto de investigación se utilizara la técnica de la observación, ya que se realizara pruebas y ensayos de laboratorio, por el cual observamos las características, propiedades físicas y mecánicas del concreto, con sustitución de diatomita al diseño de concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$.

Para efectos de recolectar la información necesaria que haga factible el desarrollo de esta investigación aplicaremos las siguientes técnicas e instrumentos.

CUADRO N° 20: TECNICAS E INSTRUMENTOS.

Técnicas de Recolección de información	Instrumento	Nivel de Investigación	Naturaleza de la Investigación	Ámbito de la Investigación
LA OBSERVACION	Guia de Observación Resumen	Correlacional	Prospectivo	El ámbito es en campo y de trabajo en gabinete



2.3.2. Instrumentos de Investigación

- ✓ Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UNS.
- ✓ Laboratorio de Tecnología de Concreto de la UNS.
- ✓ Apuntes para utilizar la información de interés que se pueda generar durante el transcurso de la realización de la mezcla y ejecución de los ensayos de compresión respectivos.
- ✓ Apuntes para vaciar toda la información de la realización de los ensayos planteados.
- ✓ Guia de registro realizado por el investigador, para ver el avance de las probetas.
- ✓ Cámara fotográfica para realizar tomas durante la realización de las mezclas tanto patrón como de concreto con sustitución de diatomita, y todos los ensayos de los mismos.
- ✓ Tomar guías respecto a los siguientes ensayos:
 - Ensayo Granulométrico
 - Ensayo de Peso Específico de Arena Gruesa
 - Ensayo de Peso Específico de Piedra.
 - Ensayo de Peso Unitario de Arena.
 - Ensayo de Peso Unitario de Piedra
 - Contenido de Humedad
 - Diseño de Mezcla
 - Cono de Abrams
 - Elaboración de Probetas
 - Ruptura de Probetas.
- ✓ Computadoras para analizar los resultados arrojados en el laboratorio.

2.3.3. Recolección, Procesos y Análisis.

7.3.3.1. Recolección.



- ✓ Coordinar con los técnicos encargado de los laboratorios, para facilitar el acceso a dichos establecimientos.
- ✓ Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fichas, acompañadas de un registro fotográfico para ver el desarrollo de nuestras probetas.
- ✓ Realizamos un diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con su respectiva desviación estándar.
- ✓ Elaboraremos las probetas con sustitución de diatomita.
- ✓ Ejecutaremos el curado de nuestras probetas y finalmente los ensayos de resistencia y permeabilidad de la misma.
- ✓ Con los mismos datos obtenidos realizaremos cuadros que nos ayudaran a ver nuestros resultados.

2.3.4. EVALUACION DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATO

Técnica: Observación

- **Instrumentos:** Guia de Observaciones
- **Datos Generales:**

Para la evaluación de los instrumentos de recolección de datos se realizan a base a dos criterios:

- ❖ Determinación de la Validación del Instrumento.
- ❖ Determinación de su grado de confiabilidad.

En nuestro proyecto aplicaremos los dos criterios, para contrastar y asegurar la validación y confiabilidad del proyecto.

a) VALIDACION DEL INSTRUMENTO:

Tino de Expertos.

En el proceso de los ensayos contamos con la opinión y evaluación de profesionales ingenieros civiles, que sugirieron y dieron opinión para mejorar la guia de observación del proyecto.

Contamos con la sugerencia y opinión de dos docentes de la Universidad Nacional del Santa.



- ✓ Ing. Julio RIVASPLATA. (Jefe del laboratorio de mecánica de suelos y tecnología de concreto)
- ✓ Ing. Atilio Rubén, LOPEZ CARRANZA (Asesor y docente de la UNS)

Los cuales se dieron en dos etapas:

METODOLOGIA:

Primer Momento: -----→ **Revisión** (Ing. Atilio Rubén LOPEZ CARRANZA)

Observaciones: Rectificar los cuadros ensayos en la dosificación de mezclas y mencionar con que norma realice los ensayos.

Segundo Momento: -----→ **Revisión** (Ing. Atilio Rubén LOPEZ CARRANZA)

Observaciones: Realizar un cuadro de evaluación y resultados para edificar los efectos de la resistencia del concreto con sustitución de diatomita y el concreto patrón, de acuerdo a los ensayos, y según lo estipula la norma reglamentaria del ACI, RNE, ICG.

b) CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Proceso:

Aplicar el instrumento en momentos diferentes a un conjunto de personas, deben obtenerse los mismos resultados.

Se determinará el coeficiente de confiabilidad del instrumento “ α ”

Rango:





Método para determinar el coeficiente de confiabilidad

- ✓ Coeficiente Alfa de CronBach.

- ✓ Método por mitades.
- ✓ Método de la Elasticidad

En este caso aplicaremos el Coeficiente Alfa de CronBach, lo cual se aplica en un solo momento, determinaremos el coeficiente alfa, de acuerdo con la guía de observación.

2.4. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

Aplicaremos la Metodología Estadística

En el presente proyecto se aplicará dos métodos descriptivos y método inferencial.

- **Método Descriptivo;** Utilizaremos tablas de datos y serán representadas en graficos.

Dentro de los métodos descriptivos, la información recolectada se clasificará sistemáticamente y se presentara en tablas estadísticas de distribución de frecuencias dos variables en nuestro caso, además para visualizar mejor el comportamiento de variables se construirán como: Gráficos de barra, Gráficos de Circulares, Distribución de Frecuencias.



- **método Inferencial;** para comprobar o contrastar la hipótesis. Prueba de Hipótesis de Diferencias de Medias.

Estadística inferencial es la estimación de parámetros de la media poblacional y la toma de una decisión referente a una población teniendo solamente los resultados de una muestra de probeta, estas medidas son decisiones de incertidumbre, en donde se hace necesario asociar el concepto de probabilidad.

CAPITULO III:

RESULTADOS



3. RESULTADO DE ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

3.1. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

3.1.1. Granulometría del Agregado Fino: Cantera La Carbonera

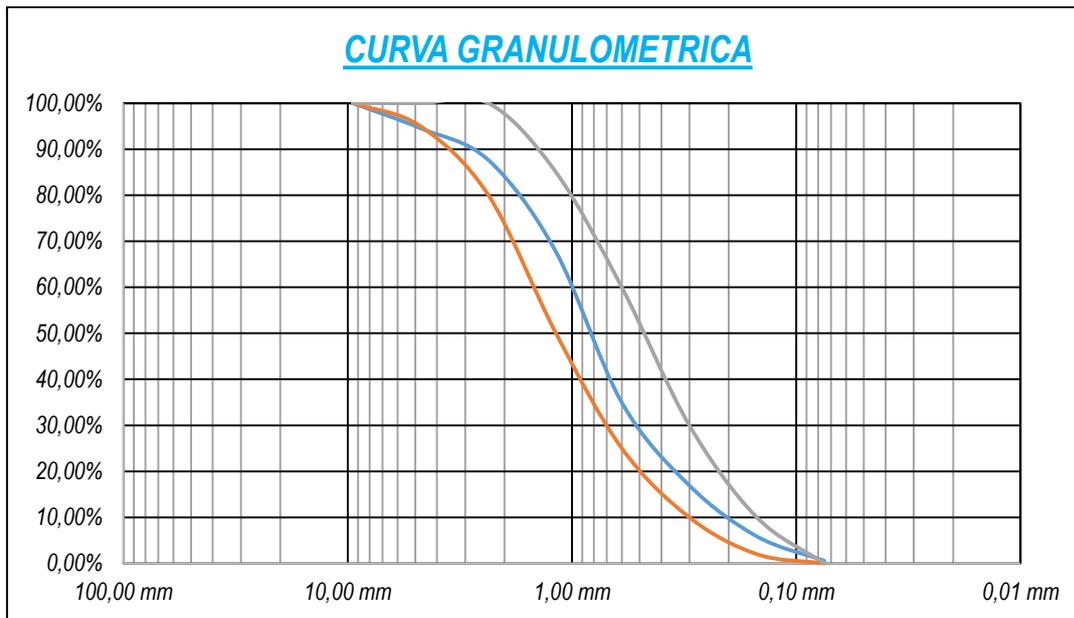
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

(ASTM C 136 – 06)

CUADRO N° 21: ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO

Mallas	Abertura	Peso Retenido	Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
3/8"	9.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
N° 4	4.75 mm	124.00 gr	5.44%	5.44%	94.56%
N° 8	2.36 mm	158.20 gr	6.94%	12.38%	87.62%
N° 16	1.18 mm	454.50 gr	19.93%	32.31%	67.69%
N° 30	0.60 mm	746.80 gr	32.75%	65.06%	34.94%
N° 50	0.30 mm	410.60 gr	18.01%	83.07%	16.93%
N° 100	0.15 mm	252.40 gr	11.07%	94.14%	5.86%
N° 200	0.075 mm	121.00 gr	5.31%	99.44%	0.56%
Fondo		12.70 gr	0.56%	100.00%	0.00%
Total		2280.20 gr	100.0		

Módulo de Fineza:	2.92
-------------------	------



3.1.2. Granulometría del Agregado Grueso: Cantera Piedra Chancada

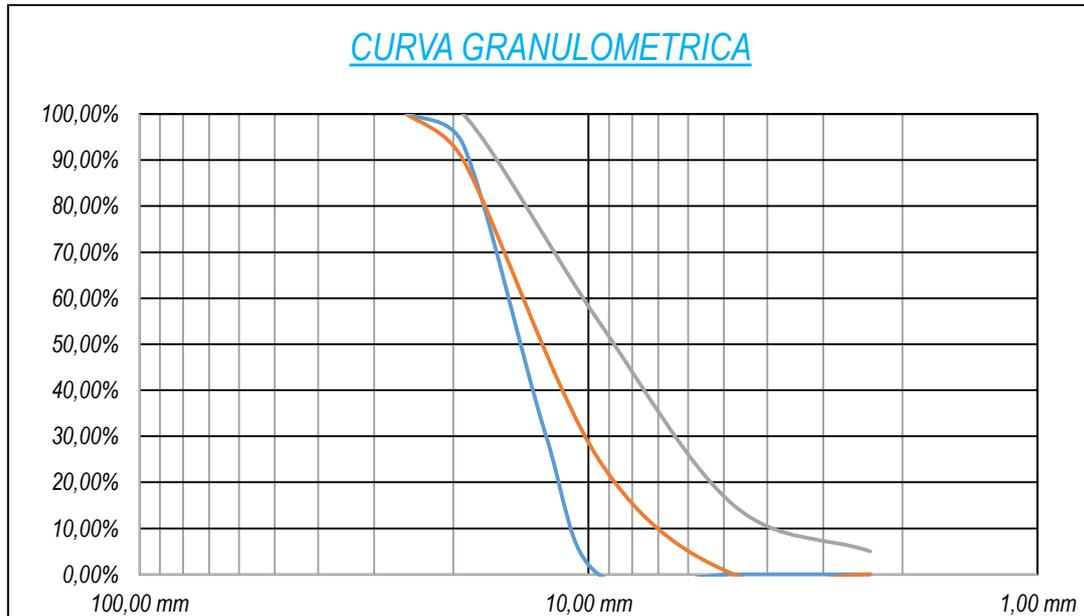
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

(ASTM C 136 – 06)

CUADRO N° 22: ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO

Mallas	Abertura	Peso Retenido	Retenido	Retenido Acumulado	Pasa
1"	25.40 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.00 mm	111.60 gr	6.72%	6.72%	93.28%
1/2"	12.50 mm	1037.40 gr	62.47%	69.19%	30.81%
3/8"	9.50 mm	511.70 gr	30.81%	100.00%	0.00%
N° 4	4.75 mm	0.00 gr	0.00%	100.00%	0.00%
N° 8	2.36 mm	0.00 gr	0.00%	100.00%	0.00%
Fondo		0.00 gr	0.00%	100.00%	0.00%
Total		1660.70 gr	100		

Propiedades Físicas	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"



3.2. PESO UNITARIO

3.2.1. PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO:

3.2.1.1. Peso Unitario Suelto:

CUADRO N° 23: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO.

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de molde	3.330 kg	3.330 kg	3.330 kg	Promedio
Volumen de molde	2.79 cm ³	2.79 cm ³	2.79 cm ³	
Peso molde + muestra suelta	7.540 kg	7.420 kg	7.300 kg	
peso de muestra suelta	4.210 kg	4.090 kg	3.970 kg	
Peso unitario suelto	1510.04 kg/m ³	1467.00 kg/m ³	1423.96 kg/m ³	1467.00 kg/m³
corregido por humedad				1461.48 kg/m³

3.2.1.2. Peso Unitario Compactado:

CUADRO N° 24: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de molde	3.330 kg	3.330 kg	3.330 kg	Promedio
Volumen de molde	2.79 cm ³	2.79 cm ³	2.79 cm ³	
Peso molde + muestra suelta	8.210 kg	8.315 kg	8.110 kg	
peso de muestra suelta	4.880 kg	4.985 kg	4.780 kg	



Peso unitario suelto	1750.36 kg/m ³	1788.02 kg/m ³	1714.49 kg/m ³	1750.96 kg/m³
corregido por humedad				1744.36 kg/m³

3.2.2. Peso Unitario del Agregado Grueso

3.2.2.1. Peso Unitario Suelto:

CUADRO N° 25: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de molde	5.105 kg	5.105 kg	5.105 kg	Promedio
Volumen de molde	9.36 cm ³	9.36 cm ³	9.36 cm ³	
Peso molde + muestra suelta	19.410 kg	19.450 kg	19.540 kg	
peso de muestra suelta	14.305 kg	14.345 kg	14.435 kg	
Peso unitario suelto	1528.31 kg/m ³	1532.59 kg/m ³	1542.20 kg/m ³	1534.37 kg/m³
corregido por humedad				1529.42 kg/m³

3.3.2.2. Peso Unitario Compactado:

CUADRO N° 26: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de molde	5.105 kg	5.105 kg	5.105 kg	Promedio
Volumen de molde	9.36 cm ³	9.36 cm ³	9.36 cm ³	
Peso molde + muestra suelta	19.410 kg	19.450 kg	19.540 kg	
peso de muestra suelta	14.305 kg	14.345 kg	14.435 kg	
Peso unitario suelto	1528.31 kg/m ³	1532.59 kg/m ³	1542.20 kg/m ³	1534.37 kg/m³
corregido por humedad				1534.37 kg/m³

3.3.3. PESO UNITARIO DE LA DIATOMITA

3.3.3.1. Peso Unitario Suelto:

CUADRO N° 27: UNITARIO SUELTO DE LA DIATOMITA

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de molde	3.326 kg	3.326 kg	3.326 kg	Promedio
Volumen de molde	2.78 cm ³	2.78 cm ³	2.78 cm ³	
Peso molde + muestra suelta	3.926 kg	3.929 kg	3.920 kg	
peso de muestra suelta	0.600 kg	0.603 kg	0.594 kg	
Peso unitario suelto	215.45 kg/m ³	216.82 kg/m ³	213.26 kg/m ³	215.18 kg/m³



corregido por humedad	193.66 kg/m ³
-----------------------	--------------------------

3.4.2. Peso Unitario Compactado:

CUADRO N° 28: PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA DIATOMITA

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de molde	3.326 kg	3.326 kg	3.326 kg	Promedio
Volumen de molde	2.78 cm ³	2.78 cm ³	2.78 cm ³	
Peso molde + muestra suelta	4.086 kg	4.054 kg	4.067 kg	
peso de muestra suelta	0.760 kg	0.728 kg	0.741 kg	
Peso unitario suelto	273.09 kg/m ³	261.48 kg/m ³	266.33 kg/m ³	266.97 kg/m³
corregido por humedad				240.27 kg/m³

3.3. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

3.3.1. Contenido de Humedad de Agregado Fino:

CUADRO N° 29: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de tara	210.00 gr	166.00 gr	178.00 gr	Promedio
Peso de tara + agregado humedo	642.40 gr	614.70 gr	631.40 gr	
Peso de tara + agregado seco	640.70 gr	613.70 gr	628.90 gr	
Peso de agua	1.70 gr	1.60 gr	1.50 gr	
Peso de agregado seco	430.70 gr	447.10 gr	438.20 gr	
Contenido de Humedad	0.39%	0.36%	0.38%	0.38%

3.3.2. Contenido de Humedad del Agregado Grueso:

CUADRO N° 30: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de tara	167.00 gr	167.20 gr	167.70 gr	Promedio
Peso de tara + agregado humedo	619.80 gr	725.20 gr	673.70 gr	
Peso de tara + agregado seco	618.50 gr	723.20 gr	695.20 gr	
Peso de agua	1.30 gr	2.00 gr	1.68 gr	



Peso de agregado seco	451.50 gr	556.00 gr	527.50 gr	
Contenido de Humedad	0.29%	0.36%	0.32%	0.32%

3.3.3. Contenido de Humedad de la Diatomita

CUADRO N° 31: CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA DIATOMITA

Ensayos N°	01	02	03	
Peso de tara	15.90 gr	17.02 gr	16.30 gr	Promedio
Peso de tara + agregado humedo	42.00 gr	43.83 gr	45.30 gr	
Peso de tara + agregado seco	39.61 gr	41.37 gr	42.49 gr	
Peso de agua	2.46 gr	2.52 gr	2.43 gr	
Peso de agregado seco	23.71 gr	24.35 gr	26.19 gr	
Contenido de Humedad	10.38%	10.35%	9.28%	10.00%

3.4. GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS

3.4.1. Gravedad Especifica del Agregado Fino:

CUADRO N° 32: GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO FINO.

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	308.00
B	Peso de picnómetro + agua gr.	711.20	719.30
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) cm ³	1011.20	1027.30
D	Peso de picnómetro + agua + material gr.	902.60	909.70
E	volumen de masa + volumen de vacíos (C-D) cm ³	108.60	117.60
F	Peso de material seco en horno gr.	296.90	304.80
G	Volumen de masa (E-(A-F))	105.50	114.40
H	P.e Bulk (Base Seca) F/E	2.734	2.592
I	P.e Bulk (Base Saturada) A/E	2.762	2.619
J	P.e Aparente (Base Seca) F/G	2.814	2.664
K	Absorcion (%) ((A-F/F) X100)	1.04	1.05

P.e. Bulk (Base Seca)	:	2.663
P.e. Bulk (Base Saturada)	:	2.691
P.e. Aparente (Base Seca)	:	2.739
Absorcion (%)	:	1.047



3.4.2. Gravedad Especifica del Agregado Grueso

CUADRO N° 33: GRAVEDAD ESPECIFICA DEL AGREGADO GRUESO

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	955.10	969.60
B	Peso del material saturado superficialmente seco (agua)	614.90	623.10
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	340.20	346.50
D	Peso de material seco en horno	944.80	959.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	329.90	336.20
F	P.e Bulk (Base Seca) D/C	2.777	2.769
G	P.e Bulk (Base Saturada) A/C	2.807	2.798
H	P.e Aparente (Base Seca) D/E	2.864	2.853
I	Absorcion (%) ((D-A/A) X100)	1.09	1.07

P.e. Bulk (Base Seca)	:	2.773
P.e. Bulk (Base Saturada)	:	2.803
P.e. Aparente (Base Seca)	:	2.859
Absorcion (%)	:	1.082

3.5. RESULTADOS DEL ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO:

3.5.1. ASENTAMIENTO DE CONO

- **Especificaciones**
NTP 339.035: 1999 HORMIGON.

CUADRO N° 34: ASENTAMIENTOS DEL DISEÑO DE MEZCLA

Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	SLUMP (")
Concreto Patrón	3.5"
Concreto 5% de Diatomita	2.7"
Concreto 10% de Diatomita	0.8"
Concreto 15% de Diatomita	0.0"

5.2. PESO UNIOTARIO



- **Especificaciones**
NTP 339.046: 2008

CUADRO N° 35: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN

Ensayo N°	'01	'02
Peso de molde + muestra	20.64	20.691
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	17.215	17.266
Vol. De 1/4 pie ³ a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (kg/m ³)	2451	2458
Peso unitario prom. (kg/m³)	2455	

CUADRO N° 36: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 5% DE DIATOMITA

Ensayo N°	'01	'02
Peso de molde + muestra	20.389	20.451
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	16.964	17.026
Vol. De 1/4 pie ³ a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (kg/m ³)	2415	2424
Peso unitario prom. (kg/m³)	2420	

CUADRO N° 37: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 10% DE DIATOMITA.

Ensayo N°	'01	'02
Peso de molde + muestra	20.269	20.191
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	16.844	16.766
Vol. De 1/4 pie ³ a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (kg/m ³)	2398	2387
Peso unitario prom. (kg/m³)	2393	



CUADRO N° 38: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON SUSTITUCION DEL 15% DE DIATOMITA

Ensayo N°	01	02
Peso de molde + muestra	19.826	19.763
Peso de molde	3.425	3.425
Peso de muestra	16.401	16.338
Vol. De 1/4 pie ³ a m ³	0.007024	0.007024
Peso unitario (kg/m ³)	2335	2326
Peso unitario prom. (kg/m³)	2331	

3.5.3. CONTENIDO DE AIRE

- **Especificaciones**
NTP 339.080: 1981 HORMIGON (concreto).

CUADRO N° 39: RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

DESCRIPCION DE ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE	N° TANDA	%
1. CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO PATRON	1	.51
2. CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO CON 5% DIATOMITA	2	.13
3. CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO CON 5% DIATOMITA	3	.39
4. CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO CON 5% DIATOMITA	4	.85



3.5.4. EXUDACIÓN DE AGUA:

- **Especificaciones**

Según la NTP 339.077 – ASTM C 232.

ENSAYO DE EXUDACIÓN DE CONCRETO PATRON

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:20:00 a.m.	10	5.0	5.0
10:30:00 a.m.	10	5.0	10.0
10:40:00 a.m.	10	5.0	15.0
11:10:00 a.m.	10	5.0	20.0
11:40:00 a.m.	30	7.0	27.0
12:10:00 p.m.	30	5.0	32.0
12:40:00 p.m.	30	1.0	33.0
01:10:00 p.m.	30	0.5	33.5
	30	0.0	33.5

$$c = (w/W) \times S$$

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

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	=	0.0335 lt
---	---	-----------

Cemento kg/ m ³	2.562 kg
w: Agua efectiva, en L	1.526 kg
Agr. Fino kg/m ³	5.617 kg
Agr. Grueso kg/m ³	7.119 kg
W: Cantidad total de materiales en kg	16.825 kg

RELACION a/c = 0.56

AGREGADOS

Ag. Fino (%)	Ag. Grueso (%)
0.44	56

Peso del recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.825 kg
S: Peso del concreto, en kg	16.825 kg

C	1.5 lt
---	--------

EXUDACION(%)	2.20%
--------------	-------

ENSAYO DE EXUDACIÓN DE CONCRETO SUSTITUCION DEL 5% DE DIATOMITA

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:20:00 a.m.	10	4.0	4.0
10:30:00 a.m.	10	4.0	8.0
10:40:00 a.m.	10	4.0	12.0
11:10:00 a.m.	10	5.0	17.0
11:40:00 a.m.	30	5.0	22.0
12:10:00 p.m.	30	4.0	26.0
12:40:00 p.m.	30	1.0	27.0
01:10:00 p.m.	30	0.0	27.0
	30	0.0	27.0

$c = (w/W) \times S$

$EXUDACION (\%) = (V/C) \times 100$

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



$$V = 0.027 \text{ lt}$$

Cemento kg/ m3	2.476 kg
w: Agua efectiva, en L	1.459 kg
Agr. Fino kg/m3	5.691 kg
Agr. Grueso kg/m3	7.217 kg
DIATOMITA kg/m3	0.1303 kg
W: Cantidad total de materiales en kg	16.974 kg

$$\text{RELACION } a/c = 0.59$$

AGREGADOS	
Ag. Fino	Ag. Grueso
(%)	(%)
0.44	56

Peso del recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3442.0 kg
S: Peso del concreto, en kg	16.974 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

$$\text{EXUDACION}(\%) = 1.85\%$$

ENSAYO DE EXUDACIÓN DE CONCRETO SUSTITUCION DEL 10% DIATOMITA

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:20:00 a.m.	10	3.0	3.0
10:30:00 a.m.	10	3.0	6.0
10:40:00 a.m.	10	3.0	9.0
11:10:00 a.m.	10	3.0	12.0
11:40:00 a.m.	30	2.0	14.0
12:10:00 p.m.	30	2.0	16.0
12:40:00 p.m.	30	1.0	17.0
01:10:00 p.m.	30	0.0	17.0
	30	0.0	17.0

$$c = (w/W) \times S$$

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

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



$$V = 0.017 \text{ lt}$$

Cemento kg/ m3	2.338 kg
w: Agua efectiva, en L	1.455 kg
Agr. Fino kg/m3	5.672 kg
Agr. Grueso kg/m3	7.193 kg
DIATOMITA kg/m3	0.2597 kg
W: Cantidad total de materiales en kg	16.917 kg

$$\text{RELACION } a/c = 0.62$$

AGREGADOS	
Ag. Fino	Ag. Grueso
(%)	(%)
0.44	56

Peso del recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.9 kg
S: Peso del concreto, en kg	16.917 kg

$$C = 1.5 \text{ lt}$$

$$\text{EXUDACION}(\%) = 1.17\%$$

ENSAYO DE EXUDACIÓN DE CONCRETO SUSTITUCION DEL 15% DIATOMITA

TIEMPO (hrs)	INTERVALO (min)	VOLUMEN (ml)	VOLUMEN ACUMULADO (ml)
10:20:00 a.m.	10	2.0	2.0
10:30:00 a.m.	10	2.2	4.2
10:40:00 a.m.	10	2.0	6.2
11:10:00 a.m.	10	2.0	8.2
11:40:00 a.m.	30	1.0	9.2
12:10:00 p.m.	30	1.0	10.2
12:40:00 p.m.	30	0.0	10.2
01:10:00 p.m.	30	0.0	10.2
	30	0.0	10.2

$$c = (w/W) \times S$$

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

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 = 0.0102 lt

Cemento kg/ m3	2.200 kg
w: Agua efectiva, en L	1.450 kg
Agr. Fino kg/m3	5.653 kg
Agr. Grueso kg/m3	7.169 kg
DIATOMITA kg/m3	0.3883 kg
W: Cantidad total de materiales en kg	16.860 kg

RELACION a/c = 0.66

AGREGADOS	
Ag. Fino	Ag. Grueso
(%)	(%)
0.44	56

Peso del recipiente kg	3425 kg
Peso del concreto + recipiente	3441.9 kg
S: Peso del concreto, en kg	16.860 kg

C	1.4 lt
---	--------

EXUDACION(%)	0.70%
--------------	-------

3.6. RESULTADO DEL ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

3.6.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION:

Se realizó una mezcla para el concreto patrón y 03 mezclas para el concreto con sustitución de diatomita (5%, 10% y 15%). Y se hicieron 09 probetas para ensayarlas por compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados:

CUADRO N° 44: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO PATRON A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE CURADO

Descripción	N° Probeta	Peso (kg)	Fuerza (kgf)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia (kg/cm ²)	FC/F'C (%)	Resist. Promedio (kg/cm ²)
kg/cm ² 7 día	Probeta 01	13.69	25782.00	15.00	30.10	175.37	83.51	179.00



	14 días	Probeta 02	13.52	26144.00	15.15	30.20	183.75	87.50	kg/cm ²
		Probeta 03	13.71	26230.00	15.20	30.10	177.87	84.70	
		Probeta 04	13.77	32492.00	15.00	30.00	212.95	101.40	217.36 kg/cm ²
	Probeta 05	13.62	31948.00	15.00	30.30	223.13	106.25		
	Probeta 06	13.56	32274.00	15.00	30.25	215.99	102.85		
	28 días	Probeta 07	13.10	39201.00	15.05	30.30	250.53	119.30	255.71 kg/cm ²
		Probeta 08	13.12	37925.00	15.15	30.30	262.50	125.00	
		Probeta 09	13.25	38930.00	15.10	30.40	254.10	121.00	

CUADRO N° 45: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA, A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE CURADO

Descripción		N° Probeta	Peso (kg)	Fuerza (kgf)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia (kg/cm ²)	FC/F'C (%)	Resist. Promedio (kg/cm ²)
Concreto $f'_c = 210$ kg/cm ² Sustitución 5% de Diatomita	7 días	Probeta 10	13.51	26881.00	15.00	30.00	193.63	92.20	197.58 kg/cm ²
		Probeta 11	13.04	26753.00	14.90	30.00	199.04	94.78	
		Probeta 12	13.49	26817.00	15.03	30.08	200.07	95.27	
	14 días	Probeta 13	13.34	31529.00	15.10	30.30	236.33	112.54	240.32 kg/cm ²
		Probeta 14	13.10	32804.00	15.10	30.20	241.69	115.09	
		Probeta 15	13.01	33436.00	15.10	30.30	242.94	115.69	
28 días	Probeta 16	13.00	34130.00	15.10	30.20	278.04	132.40	282.73 kg/cm ²	



		Probeta 17	13.04	34737.00	15.10	30.30	284.34	135.40	
		Probeta 18	13.01	34438.00	15.10	30.30	285.81	136.10	

CUADRO N° 46: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO CON 10% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA, A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE CURADO

Descripción		N° Probeta	Peso (kg)	Fuerza (kgf)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia (kg/cm ²)	FC/FC (%)	Resist. Promedio (kg/cm ²)
Concreto TC= Z10 kg/cm ² Sustitución 10 % de Diatomita	7 días	Probeta 19	12.89	27050.00	15.20	30.25	178.16	84.84	180.22 kg/cm ²
		Probeta 20	12.99	27714.00	15.10	30.30	182.57	86.94	
		Probeta 21	12.95	27555.00	15.23	30.36	179.93	85.68	
	14 días	Probeta 22	12.82	28912.00	15.10	30.30	216.34	103.02	218.84 kg/cm ²
		Probeta 23	12.76	30038.00	15.10	30.30	221.70	105.57	
		Probeta 24	12.73	29148.00	15.00	30.10	218.48	104.04	



	28 días	Probeta 25	12.53	33676.00	15.10	30.30	254.52	121.20	257.46 kg/cm ²
		Probeta 26	12.42	30904.00	15.15	30.25	260.82	124.20	
		Probeta 27	12.55	32463.00	15.00	30.10	257.04	122.40	

CUADRO N° 47: RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO CON 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA, A LOS 7, 14 Y 28 DIAS DE CURADO

Descripción		N° Probeta	Peso (kg)	Fuerza (kgf)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia (kg/cm ²)	FC/F'C (%)	Resist. Promedio (kg/cm ²)
Concreto kg/cm ² Sustitución Diatomita	15% de 7 días	Probeta 28	12.95	26764.00	15.10	30.20	154.35	73.50	154.55 kg/cm ²
		Probeta 29	13.03	27079.00	15.10	30.30	154.50	73.57	
		Probeta 30	13.00	27094.00	15.10	30.30	154.79	73.71	
	14 días	Probeta 31	12.65	28762.00	15.10	30.20	187.43	89.25	187.66 kg/cm ²
		Probeta 32	12.80	28183.00	15.15	30.25	187.60	89.33	
		Probeta 33	12.66	28576.00	15.00	30.10	187.96	89.50	



28 días	Probeta 34	12.45	29934.00	15.15	30.30	220.50	105.00	220.78 kg/cm ²
	Probeta 35	12.62	30090.00	15.05	30.25	220.71	105.10	
	Probeta 36	12.46	30058.00	15.10	30.00	221.13	105.30	

3.6.2. ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION

CUADRO N° 48: ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION DEL CONCRETO PATRÓN

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P.P. PROMEDIO
N°	ELEMENTO	INICIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	PROBETA PATRON DIA 28	4/02/2019	7/02/2019	72	2.4	2.425
02	PROBETA PATRON DIA 28	4/02/2019	7/02/2019	72	2.45	

CUADRO N° 49: ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION CON 5% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA

TESTIGO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA	PROF.	P.P.
---------	----------------------------	-------	------



TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P.P. PROMEDIO
N°	ELEMENTO	INICIO	TERMINO	HORAS	cm	
01	PROBETA SUSTITUIDA 5% DIA 28	14/02/2019	17/02/2019	72	1.83	1.84
02	PROBETA SUSTITUIDA 5% DIA 28	14/02/2019	17/02/2019	72	1.85	

CUADRO N° 50: ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION CON 10% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P.P. PROMEDIO
N°	ELEMENTO	INICIO	TERMINO	HORAS	cm	
01	PROBETA SUSTITUIDA 10% DIA 28	20/02/2019	23/02/2019	72	2.35	2.36
02	PROBETA SUSTITUIDA 10% DIA 28	20/02/2019	23/02/2019	72	2.37	

CUADRO N° 51: ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION CON 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P.P. PROMEDIO
N°	ELEMENTO	INICIO	TERMINO	HORAS	cm	
01	PROBETA SUSTITUIDA 15% DIA 28	28/02/2019	2/03/2019	72	2.6	2.615
02	PROBETA SUSTITUIDA 15% DIA 28	28/02/2019	2/03/2019	72	2.63	





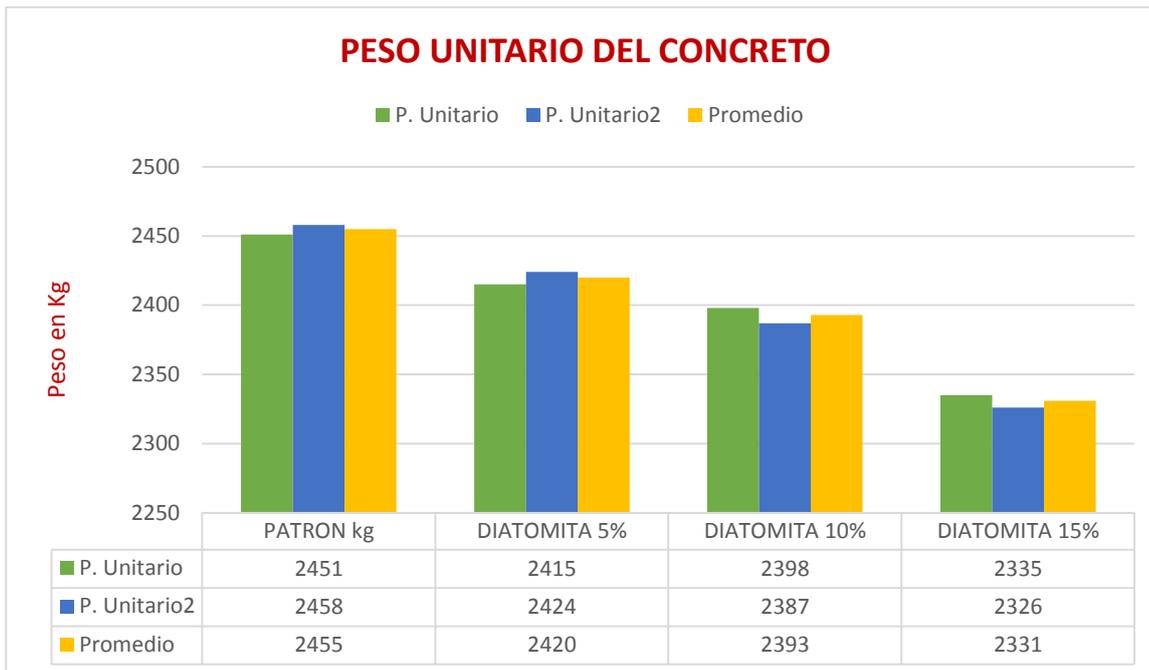
CAPITULO IV:

ANALISIS Y DISCUSION

4.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

4.1.1.- PESO UNITARIO

GRAFICO N° 01: ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN, CON 5%, 10% y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA.



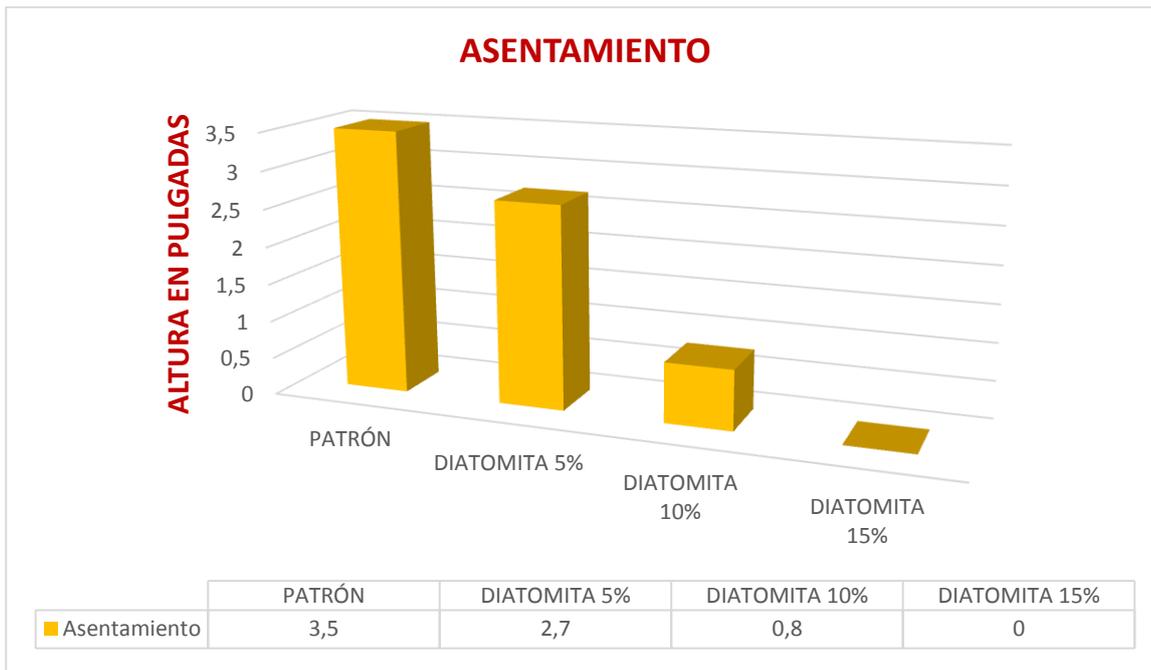
Observaciones:

Según el grafico se observa, que cuando se reemplaza los porcentajes de cemento por la diatomita se reduce el peso unitario del concreto.

Los rangos con sustitución porcentual de diatomita se encuentran en los rangos establecidos por la norma.

4.1.2. ASENTAMIENTO:

GRAFICO N° 02: ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN, CON 5, 10 y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA



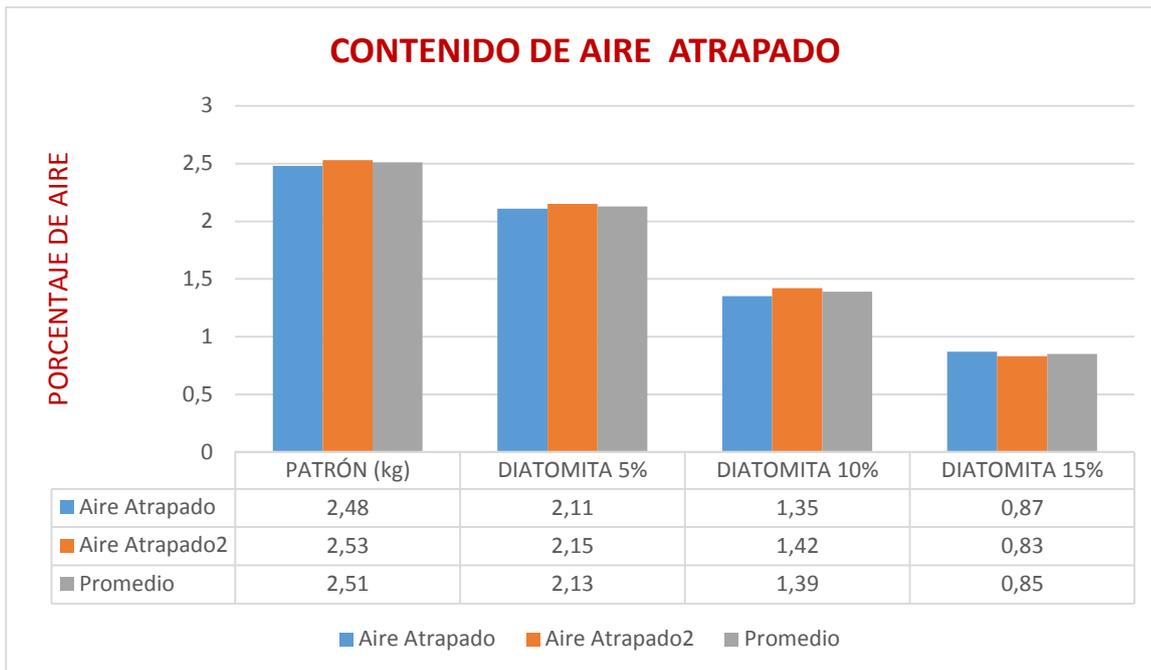
OBSERVACIONES:

El ensayo de Slump fue el primero en realizarse, en el cual se observó que el asentamiento inicial del concreto patrón estaba en el rango de deseado.

Con la sustitución porcentual del cemento por la diatomita se observó que las mezclas que contienen diatomita requieren más trabajo más esfuerzo.

4.1.3. CONTENIDO DE AIRE:

GRAFICO N° 03: ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO PATRON, CON 5, 10 y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA.

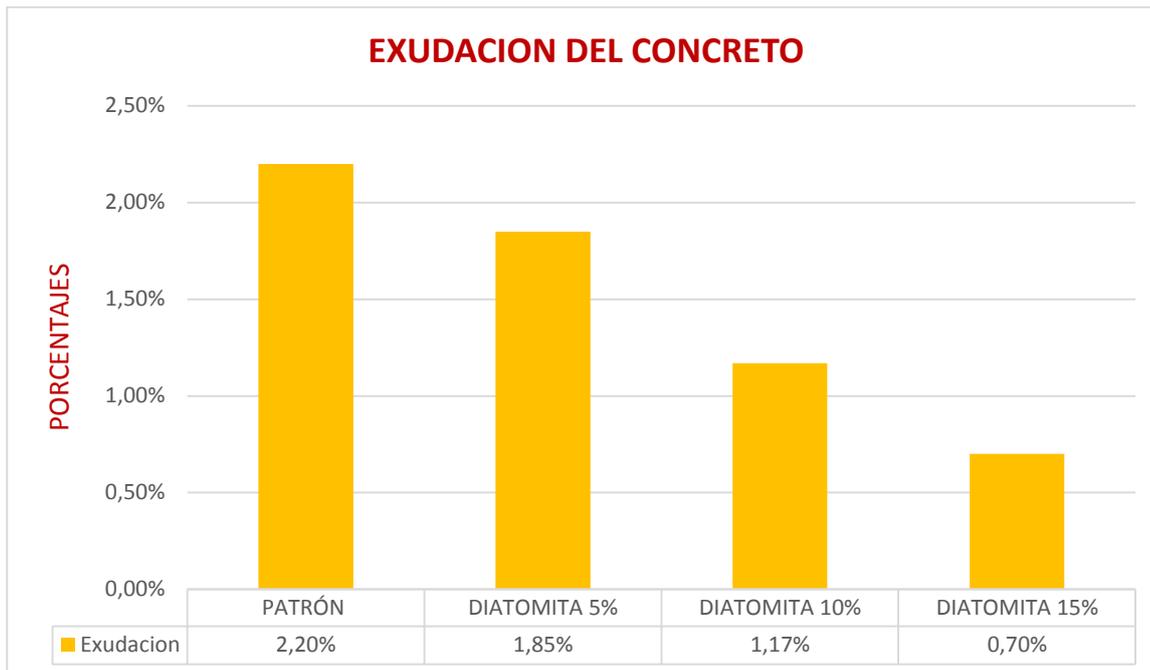


Observaciones:

Se aprecia que la mayor cantidad de diatomita refina los poros, esto podría deberse a que sus partículas tienen representaciones irregulares, se aglomeran mejor y hace que llene mejor las áreas, esto conlleva a eliminar el aire de la mezcla, ya que son más pequeñas las partículas de la diatomita que las de cemento.

4.1.4. EXUDACION:

GRAFICO N° 04: ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO PATRON, CON 5, 10 y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA



Observaciones:

Se observa que conforme va aumentando la sustitución porcentual de diatomita por la cantidad de cemento la exudación baja de manera considerable. Esto debido a que la diatomita presenta mayor fineza en sus partículas que el cemento con lo cual tiende a bajar la exudación.

4.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

4.2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION - ROTURA DE PROBETAS



Se realizó el Tipo de mezcla convencional con un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ denominado mezcla de concreto patrón. Se prepararon 9 probetas de ensayo en un trompo de 3.5 pies^3 en 2 tantas para practicarle el ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente.

GRAFICO N° 05: ENSAYO DE COMPRESION DEL CONCRETO PATRON.

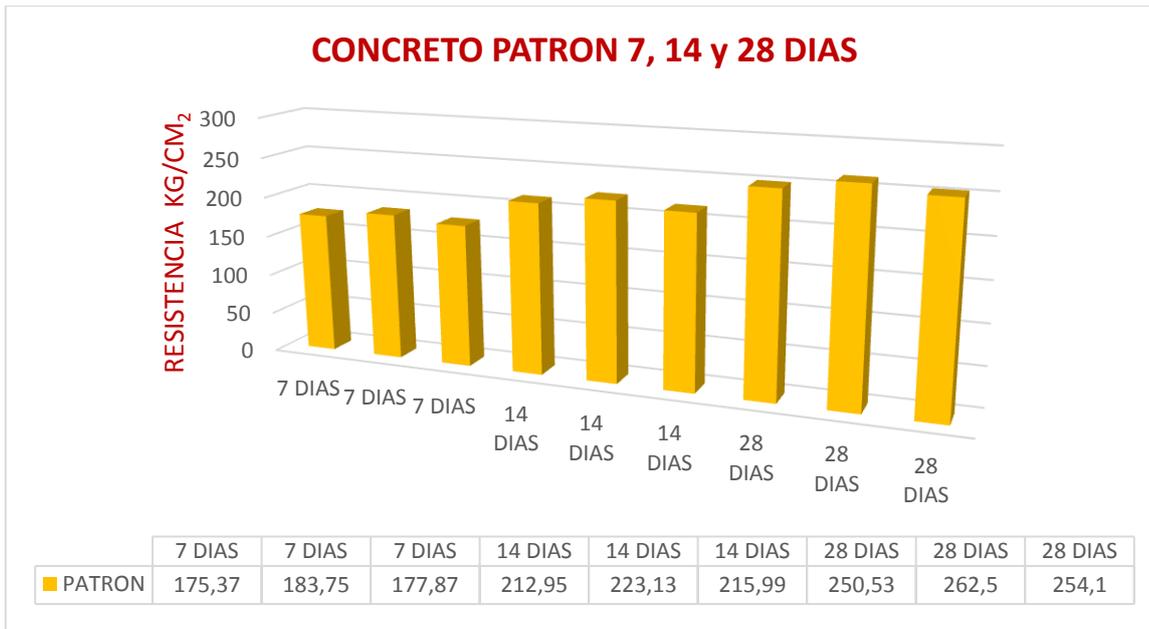
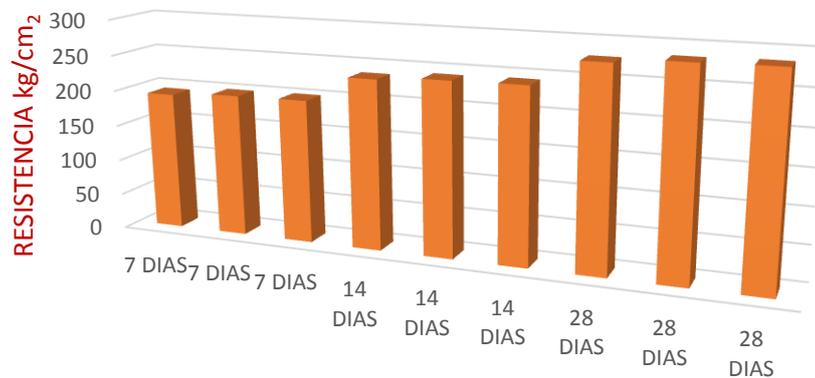


GRAFICO N° 06: ENSAYOS DE COMPRESION DEL CONCRETO CON 5% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA



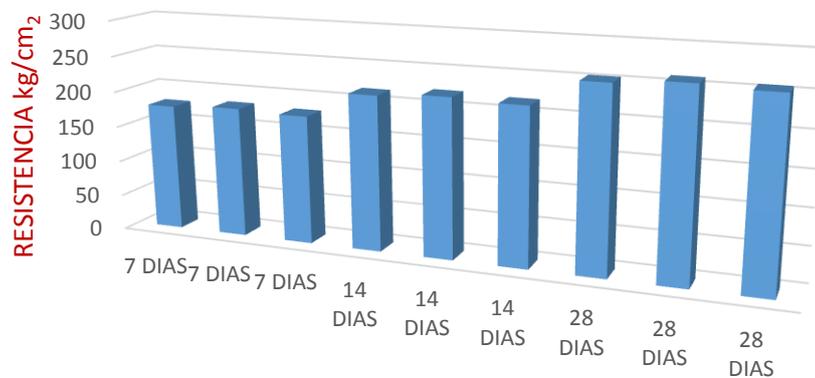
CONCRETO CON 5% DIATOMITA - 7, 14 y 28 DIAS



	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	28 DIAS	28 DIAS
■ DIATOMITA 5%	193,63	199,04	200,07	236,33	241,69	242,94	278,04	284,34	285,81

GRAFICO N° 07: ENSAYO DE COMPRESION DE CONCRETO CON 10 % DE SUSTITUCION DE DIATOMITA

CONCRETO CON 10% DIATOMITA - 7, 14 y 28 DIAS

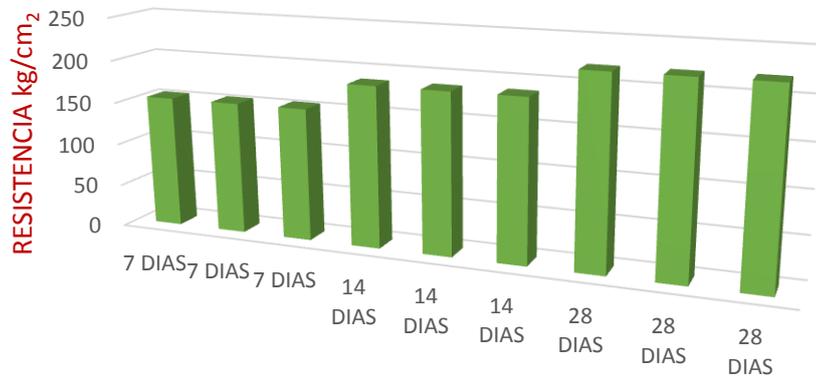


	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	28 DIAS	28 DIAS
■ DIATOMITA 10%	178,16	182,57	179,93	216,34	221,7	218,48	254,52	260,82	257,04

GRAFICO N° 08: ENSAYO DE COMPRESION DE CONCRETO CON 15 % DE SUSTITUCION DE DIATOMITA



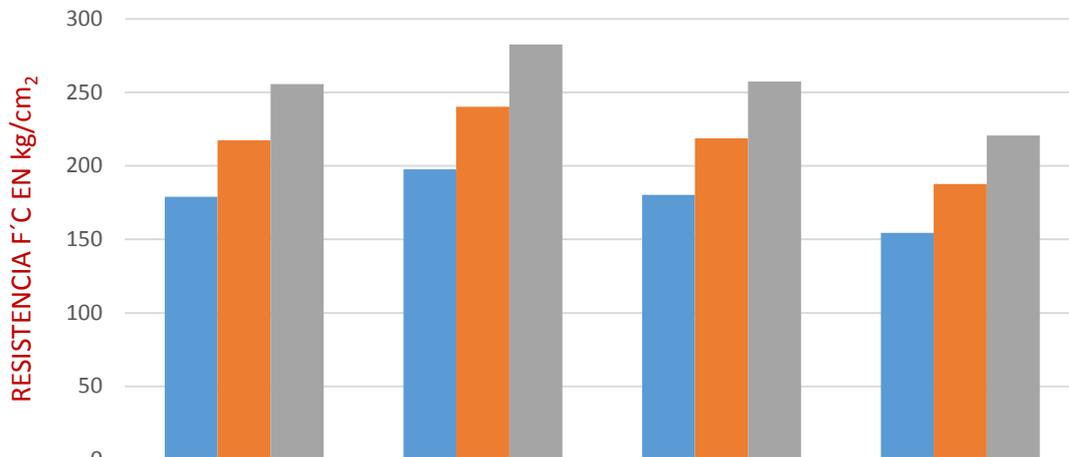
CONCRETO CON 15% DIATOMITA - 7, 14 y 28 DIAS



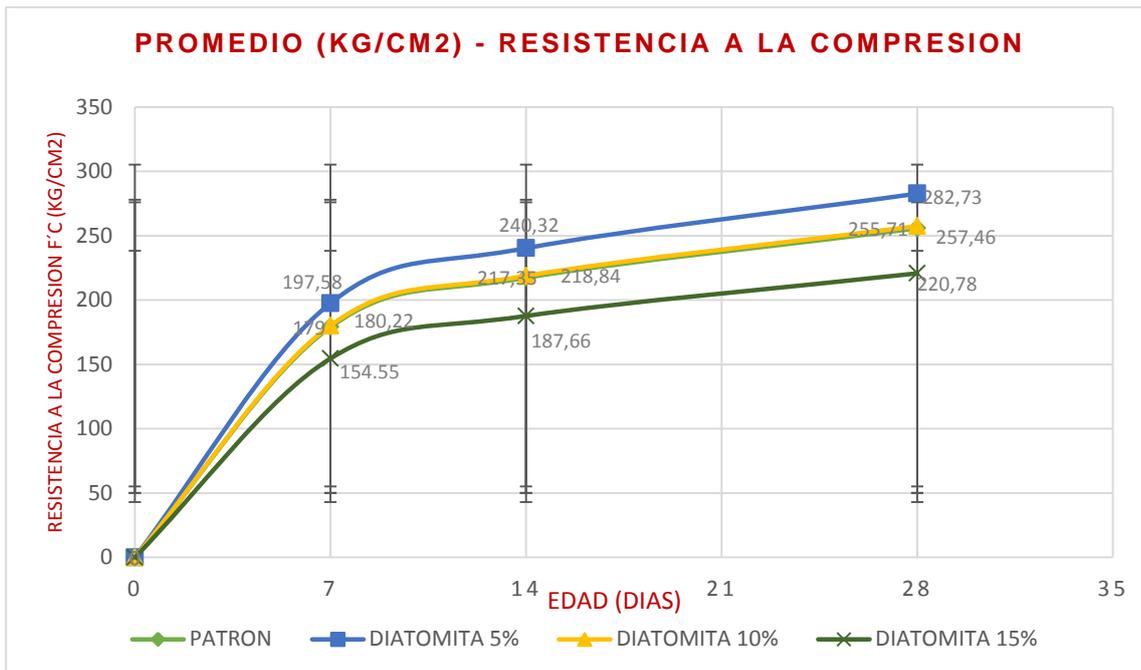
	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	28 DIAS	28 DIAS
■ DITOMITA 15%	154,35	154,51	154,79	187,43	187,61	187,96	220,5	220,71	221,13

GRAFICO N° 09: RESISTENCIAS PROMEDIO Vs. TIEMPO DEL CONCRETO PATRON, CON 5, 10 y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA

RESISTENCIA Vs. TIEMPO



	PATRÓN	DIATOMITA 5%	DIATOMITA 10%	DIATOMITA 15%
■ 7 DIAS	179	197,58	180,22	154,55
■ 14 DIAS	217,35	240,32	218,84	187,66
■ 28 DIAS	255,71	282,73	257,46	220,78



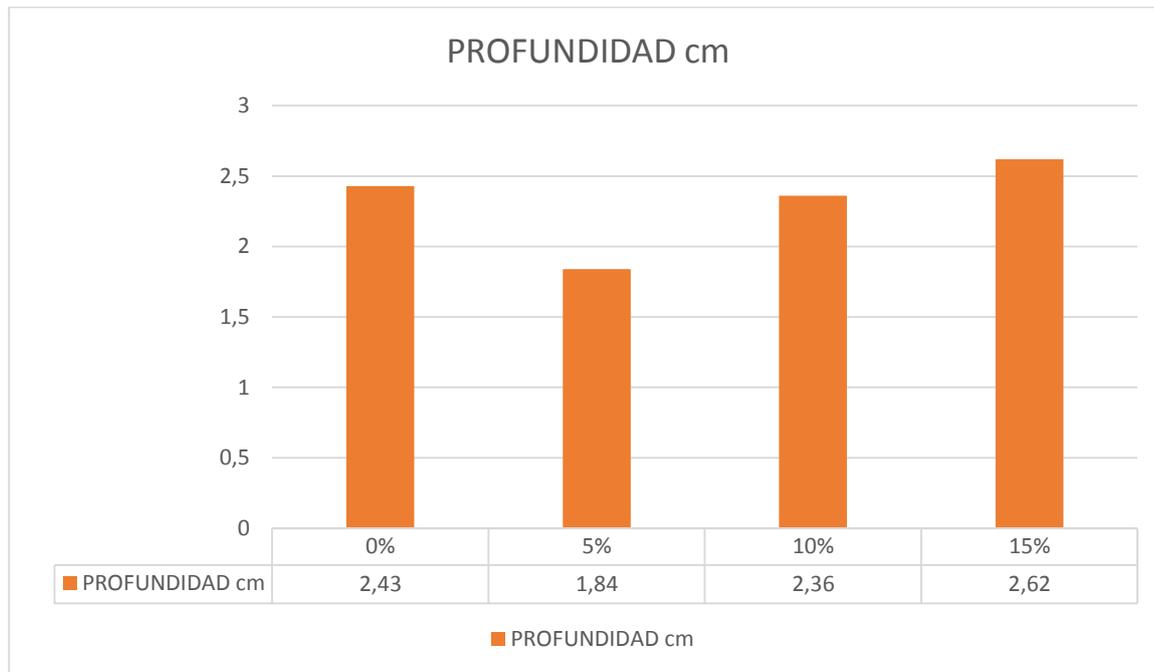
Observaciones:

Se aprecia que las resistencias iniciales del concreto con contenido de cemento (0% diatomita) están en los rangos de la diatomita debido al mayor contenido de silicatos a excepciones de la mezcla con 15% así mismo las resistencias finales todas superaron la resistencia de diseño.

4.2.2. ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE AGUA BAJO PRESIÓN



GRAFICO N° 10: ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESIÓN DEL CONCRETO PATRON, CON 5, 10 y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA



Observaciones:

A diferencia del contenido de aire en donde se decía que a mayor contenido de finos, menos contenido de aire, aquí se analiza desde otro punto de vista. La profundidad de penetración depende de la hidratación de las partículas de los compuestos.

Bajo esta idea, se observa que en la mezcla de 15% sus compuestos no se hidratan lo suficiente lo que conlleva a su mayor permeabilidad en comparación a las otras mezclas.

4.3. COSTO BENEFICIO DEL CONCRETO POR M3.



CUADRO N° 52: COSTO BENIFICIO DEL CONCRETO POR M3 CON 0, 5, 10 y 15% DE

CONCRETO AL 0% DE DIATOMITA				
MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
CEMENTO	Bls.	8.610	21.00	180.81
ARENA GRUESA	m3	0.546	35.00	19.11
PIEDRA CHANCADA	m3	0.663	60.00	39.78
AGUA	m3	0.218	1.50	0.33
DIATOMITA	kg.	0.000	20.00	0.00
TOTAL				240.03

CONCRETO AL 5% DE DIATOMITA				
MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
CEMENTO	Bls.	8.320	21.00	174.72
ARENA GRUESA	m3	0.556	35.00	19.46
PIEDRA CHANCADA	m3	0.674	60.00	40.44
AGUA	m3	0.208	1.50	0.31
DIATOMITA	kg.	0.930	20.00	18.60
TOTAL				253.53

CONCRETO AL 10% DE DIATOMITA				
MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
CEMENTO	Bls.	7.850	21.00	164.85
ARENA GRUESA	m3	0.554	35.00	19.39
PIEDRA CHANCADA	m3	0.671	60.00	40.26
AGUA	m3	0.208	1.50	0.31
DIATOMITA	kg.	1.855	20.00	37.10
TOTAL				261.91

CONCRETO AL 15% DE DIATOMITA				
MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
CEMENTO	Bls.	7.390	21.00	155.19
ARENA GRUESA	m3	0.469	35.00	16.42
PIEDRA CHANCADA	m3	0.569	60.00	34.14
AGUA	m3	0.207	1.50	0.31
DIATOMITA	kg.	2.774	20.00	55.48
TOTAL				261.54

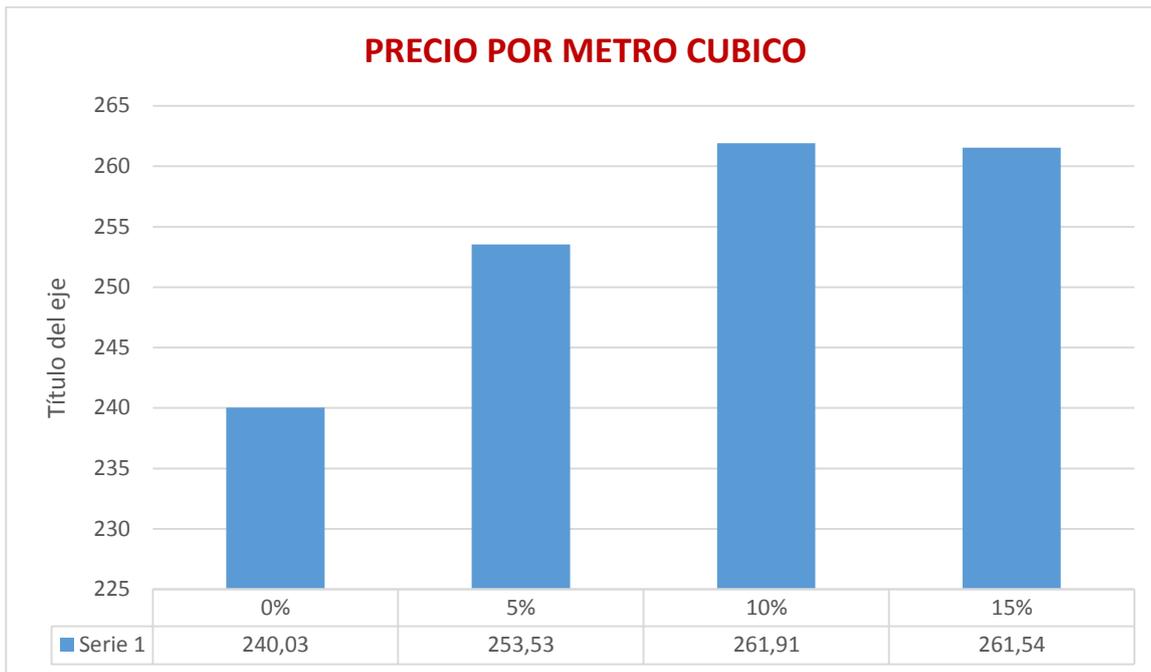
SUSTITUCION DE DIATOMITA



	PRECIO POR METRO CUBICO			
CANTIDADES	0%	5%	10%	15%
PRECIO S/.	240.03	253.53	261.91	261.54

NOTA: Los precios de los materiales incluyen IGV.

GRAFICO N° 11: COSTO BENIFICIOS DEL CONCRETO PATRÓN, CON 5, 10 y 15% DE SUSTITUCION DE DIATOMITA.



Observaciones:

En este análisis de precios la mezcla de solo cemento se ha colocado como referencia, no se considera una opción. Por tanto, el concreto más económico es la mezcla con un contenido de 5% de diatomita. Además de tener mejores resultados en los ensayos realizados.



CAPITULO V:

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

- Se observa que conforme va aumentando la sustitución porcentual de diatomita por la cantidad de cemento en un 5%, 10% y 15% la exudación baja de manera



considerable en 1.85, 1.17 y 0.70 respectivamente ya que esta absorbió el agua de mezcla.

- Los resultados obtenidos de los ensayos de asentamiento varían entre los diferentes diseños observándose que en el porcentaje de sustitución al 5%, 10% y 15% es 2.7", 0.8" y 0" respectivamente, lo cual hace que el concreto no sea trabajable en las sustituciones de 10% y 15% ya que en estas la diatomita absorbió el agua de mezcla en la elaboración del concreto.
- El contenido de aire en las diferentes mezclas se reduce conforme aumenta la sustitución porcentual del cemento con diatomita ya que la cantidad de vacíos disminuye así mismo esto conlleva a eliminar el aire de las mezclas ya que la diatomita se introduce en los espacios vacíos, es decir, se aglomera mejor y hace que llene mejor los espacios, esto conlleva a eliminar el aire de la mezcla.
- Con respecto al ensayo de resistencia a la compresión, se concluye que, a diferentes reemplazos de cemento por diatomita a los 28 días, la más favorable fue la del 5% que tuvo una resistencia de 282.73 kg/cm^2 que al 10% y 15% de sustitución decaen a 257.46 kg/cm^2 y 220.78 kg/cm^2 ; debido a la baja hidratación inicial que tuvo la mezcla ya que la diatomita por ser material con partículas más pequeñas que el cemento absorbió el agua de mezcla.
- La mezcla más impermeable la del 5% con 1.84 cm haciéndola menos propensa al ataque por sulfatos y cloruros. Por tanto, el concreto es más durable; mientras que las mezclas con sustitución del 10% y 15% nos dan valores de 2.36 cm y 2.62 cm respectivamente esto debido a la baja hidratación inicial que tuvo la mezcla.



CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES.



- Se debe ampliar esta investigación centrándose en localizar el porcentaje óptimo de reemplazo que según nuestro estudio se encuentra entre el 5% y 10%. Se sugiere que se realicen ensayos de resistencia a la compresión a 90 días para contrastar su actividad puzolanico.

- Sabiendo que la industria del cemento genera grandes cantidades de CO₂ (1kg de CO₂ por cada Kg de cemento producido) liberándolas al medio ambiente, se debe incentivar el uso de materiales alternativos como las adiciones minerales ya que esto disminuye el uso del cemento. Con ello, se fabrica menos este material y reducirá la contaminación generada por esta industria.

- Esta investigación debería hacerse más difundido para que dichos productos sean más comerciales en el mercado de la construcción. así mismo, fomentar el uso de sustituciones alternas al cemento.



CAPITULO VII:

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS

1.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



GONZALES DE LA COTERA, Manuel. (1978). Cemento Portland de escoria; informe final. Lima (PE) Cemento Norte Pacasmayo. Variap. Ilus. (Es) (Programa de Investigación. Convenio Norte Pacasmayo – ITINTEC)

GONZALES DE LA COTERA, Manuel. (2005) Adiciones minerales, Lima: Indecopi

JAUBERTHIER, R et al 2000, Origin of the pozzalanic effect of rice husk. En: Construction and Building Materials. (E.U.A) 14(8) 419.

CABRERA LA ROSA, Augusto. (1963) Minerales no – metálicos. Lima: Ministerio de Fomento y obras Publicas.

EMPRESA MINERA REGIONAL GRAU BAYAVAR S.A. 2005 Diatomitas ASOCEM 2000, La Microsílice, Adición en el Concreto

NARANJO DE LAWRENCE, Giselle. (1999) Evaluación de depósitos de diatomitas En: Minerales industriales de Perú. Documentos N°5. Lima: INSTITUTO MARIO SAMAME BOGGIO.

MEISINGER A.C. (1985), Diatomite, Mineral Facts and problems. En: US Bureu of Mines Bulletin p. 675

LEFOND,S.J. (1983) Industrial Minerals and Rocks. Vol. 1. 5ª ed. Maryland: Society of Mining Engineers.

KUMAR MEHTA,P. y MONTEIRO, Paulo J.M. (1995) Concrete: Microestructure, properties and materials. India: INDIAN CONCRETE INSTITUTE.



NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION (NRMCA)
(2005) ¿Qué, porque y como? Concreto de alta resistencia
http://www.nrmc.org/aboutconcrete/cips/CIP_33_ES.pdf

NURSE, R.W. (1978) Cementos de Escoria, pp. 48-79 En: H.F.W.
Taylor. La química de los cementos Vol.2. Bilbao: URMO.

TAGNIT – HAMOU, Arezki; PETROV, Nikola; LUKE, Karen (2003),
Properties of concrete containing diatomaceous earth, pp. 73-78 En: ACI
materiales journal Vol 100.

VASQUEZ, Rosaura (2005). Adiciones minerales; normas y
aplicaciones, Lima: Indecopi
<http://www.bvindecopi.gob.pe/ponenormaliz/Construccion-Rosaura1.ppt>



ANEXOS



PANEL

FOTOGRAFICO



Fotografias N° 01: EXTRAENDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS.



Fotografias N° 02: ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS





Fotografias N° 03: ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS





Fotografias N° 04: ENSAYO DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS





Fotografias N° 05: ENSAYO DE PESO DE MATERIALES





Fotografias N° 06: MATERIALES PARA ELABORACION DE CONCRETO







Fotografias N° 07: ELABORACION DEL CONCRETO





Fotografias N° 08: ENSAYO DE CONCRETO EN ESTADO FRESCO



Fotografias N° 09: ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO





Fotografias N° 10: CHUSEADO Y LLENADO DEL CONCRETO EN LOS MOLDES





Fotografias N° 11: CONCRETO LLENADO EN LOS MOLDES





Fotografias N° 12: DEENCOFRADO Y LIMPIEZA DE LOS MOLDES





Fotografias N° 13: CURADO DE 7, 14 Y 28 DIAS DEL CONCRETO



Fotografias N° 14: ROTURAS DE PROBETAS CON APOYO DE MI ASESOR Y EL TECNICO





Fotografias N° 15: ROTURA DE PROBETAS

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO