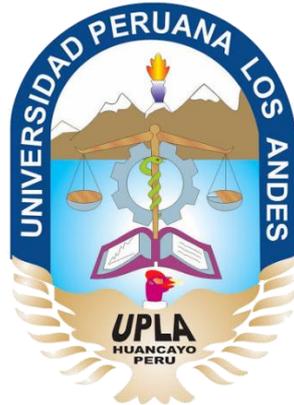


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INGENIERIA CIVIL**



TITULO DE LA TESIS

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS
PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES
UNIFAMILIARES EN HUANCAYO”**

Línea de investigación: Nuevas tecnologías y procesos

PRESENTADO POR:

Bach. RODRIGUEZ MATOS, AZUCENA FÁTIMA

Bach. RUIZ MARTINEZ, JHON CRISTIAN

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO (A) CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2018

ASESOR

ING. JUSTO C. RODAS ROMERO

DEDICATORIA

A mi familia, papá, mamá, hermana y abuelos quienes siempre me motivaron a ser mejor y me brindaron su apoyo incondicional en todo momento con sus sabios consejos y guía para siempre cumplir mis objetivos.

Azucena

A mis padres, hermana, tíos y abuelos por todo el apoyo brindado, su consideración y respaldo en los momentos difíciles de desarrollo profesional y personal. A todos aquellos quienes me ayudaron a desarrollar y concluir la presente tesis.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento:

En primer lugar queremos dar gracias a Dios por cuidarnos y guiarnos en todo momento y en cada paso que dimos durante nuestra experiencia estudiantil.

A nuestra casa universitaria, la Universidad Peruana los Andes, en especial a nuestra Facultad de Ingeniería por acogernos y formarnos en buenos profesionales con vocación de servicio para el futuro.

A nuestros docentes, maestros y doctores de la Escuela Académico Profesional Ingeniería Civil por sus enseñanzas que nos compartieron todas sus experiencias y nos mostraron paso a paso cada tema para poder convertirnos en profesionales.

Al Ing. Justo Rodas Romero, por su apoyo, exigencias y asesoramiento para hacer nuestra investigación realidad.

Al laboratorio DOSET, por su apoyo continuo en nuestra investigación aportando sus años de experiencia y criterio para ayudarnos a culminar nuestra investigación resolviendo las dudas que teníamos en el camino, de la misma manera a los ingenieros y técnicos que nos brindaron su apoyo y sus experiencias como aporte a nuestro trabajo de investigación.

Finalmente, a todos los profesionales y aquellas personas que nos apoyaron con un granito de arena para poder realizar este trabajo de investigación.

A todos ellos nuestro más sincero agradecimiento.

HOJAS DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**Dr. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
DECANO**

**Ing. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO
JURADO**

**Ing. MARCO ANTONIO SALCEDO RODRIGUEZ
JURADO**

**Ing. ANSHIE JOSSELYN WISMANN MANRIQUE
JURADO**

**Mg. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	6
1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS	6
1.3. JUSTIFICACION	7
1.3.1. PRÁCTICA O SOCIAL.....	7
1.3.2. METODOLOGICA	7
1.4. DELIMITACIONES.....	8
1.4.1. ESPACIAL	8
1.4.2. TEMPORAL.....	8
1.4.3. ECONÓMICA.....	9
1.5. LIMITACIONES.....	9
1.6. OBJETIVOS	9
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	11
2.1. ANTECEDENTES (NACIONAL E INTERNACIONAL)	11
2.2. MARCO CONCEPTUAL	21
FUNDAMENTOS DEL CONCRETO.....	21
PROPIEDADES DEL CONCRETO	22
CEMENTO.....	26
TIPOS DE CEMENTO.....	26
AGREGADOS PARA EL CONCRETO	27
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS.....	28
PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	29
ABSORCION Y HUMEDAD.....	34
PROPIEDADES DE HUMEDECIMIENTO Y SECADO	35
PROCESAMIENTO DE AGREGADOS	36
ADITIVOS PARA EL CONCRETO	37
ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS	41
GRANULOMETRÍA	41

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS	46
PESO ESPECÍFICO DE MASA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS.....	49
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA MUESTRA DE AGREGADOS	52
PESO UNITARIO Y VACÍOS (PUC, PUS Y % VACIOS)	57
DISEÑO Y PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO.....	62
MANEJO DEL CONCRETO	81
MEZCLADO DEL CONCRETO	81
CONCRETO PRE MEZCLADO.....	82
COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN.....	83
CURADO DEL CONCRETO.....	84
VIVIENDA UNIFAMILIAR	86
2.3. DENIFINICIÓN DE TÉRMINOS	90
2.4. HIPÓTESIS.....	94
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	94
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	95
2.5. VARIABLES	95
2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	95
VARIABLE INDEPENDIENDE:.....	95
VARIABLES DEPENDIENTES.....	96
2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	97
2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	99
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	101
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	101
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	101
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	101
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	101
3.5. POBLACION Y MUESTRA	102
3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS... 102	
TÉCNICAS.....	102
TRABAJABILIDAD (ASENTAMIENTO)	103
EXUDACIÓN	105
TIEMPO DE FRAGUA	108
RESISTENCIA A LA COMPRESION.....	113
INSTRUMENTOS	117

3.7.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	117
□	TRABAJABILIDAD.....	117
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	118
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	118
□	EXUDACIÓN	119
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	119
□	TIEMPO DE FRAGUA	122
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	122
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	123
□	RESISTENCIA AL COMPRESIÓN.....	124
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	125
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	126
3.8.	TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS	127
A)	TRABAJABILIDAD.....	128
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	128
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	129
B)	EXUDACION	129
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	129
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	132
C)	TIEMPO DE FRAGUA	134
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	134
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	136
D)	RESISTENCIA LA COMPRESION.....	138
	GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO	138
	GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO	141

CAPITULO IV: RESULTADOS	145
4.1. TRABAJABILIDAD	145
4.2. EXUDACIÓN.....	146
4.3. TIEMPO DE FRAGUA	148
4.4. RESISTENCIA LA COMPRESION	149
CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS	152
5.1. TRABAJABILIDAD	152
5.2. EXUDACION.....	153
5.3. TIEMPO DE FRAGUA	154
5.4. RESISTENCIA LA COMPRESION	155
CONCLUSIONES.....	159
RECOMENDACIONES	161
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	162
REVISTAS	164
PAGINAS WEB	164
ANEXOS	165

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 INCREMENTO DE ASENTAMIENTO EN RELACIÓN DE PORCENTAJE DE ADITIVO USADO	12
TABLA 2 INCREMENTO DE TIEMPO DE FRAGUADO EN RELACIÓN DE PORCENTAJE DE ADITIVO USADO	12
TABLA 3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN REFERENCIA A MUESTRA PATRÓN	13
TABLA 4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN MUESTRA PATRÓN CON 1050 ml / 100 kg DE CEMENTO	13
TABLA 5 COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS SEGÚN ADITIVOS.....	20
TABLA 6 GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO.....	30
TABLA 7 GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO.....	31
TABLA 8 CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA DE AGREGADO GRUESO	43
TABLA 9 MASA MINIMA RECOMENDADA DE ESPECIMEN DE ENSAYO HUMEDO PARA CONTENIDOS DE HUMEDAD.....	54
TABLA 10 CAPACIDAD DE RECIPIENTES DE MEDIDA	58
TABLA 11 RECOMMENDED SLUMPS FOR VARIOUS TYPES OF CONSTRUCTION (SI).....	63
TABLA 12 APPROXIMATE MIXING WATER AND AIR CONTENT REQUIREMENTS FOR DIFFERENT SLUMPS AND NOMINAL MAXIMUM SIZES OF AGGREGATES (SI)	64
TABLA 13 RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI).....	66
TABLA 14 VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)	67
TABLA 15 VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)	68
TABLA 16 ASENTAMIENTOS PARA DIFERENTES CONSISTENCIA DE CONCRETO.....	70
TABLA 17 CANTIDAD DE AGUA EN KGF POR METRO CÚBICO DE CONCRETO.....	71
TABLA 18 CORRECCION DE LA TABLA 17	71
TABLA 19 CURVAS FULLER PARA DIFERENTES TAMAÑOS MÁXIMOS....	72
TABLA 20 PORCENTAJE DE AGREGADO FINO.....	75
TABLA 21 MODULOS DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS	78
TABLA 22 RELACION AREA MINIMA DE LOTE / TIPO DE VIVIENDA.....	87
TABLA 23 NUMERO DE VIVIENDAS OCUPADAS EN EL DISTRITO DE HUANCAYO	88
TABLA 24 NUMERO DE VIVIENDAS DESOCUPADAS EN EL DISTRITO DE HUANCAYO.....	89
TABLA 25 RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION REQRUIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACION ESTANDAR DE LA MUESTRA	93
TABLA 26 TOLERANCIAS DE EDAD DE ENSAYO DE ESPECIMENES	114

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1 DATOS DE ASENTAMIENTO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO).....	118
CUADRO 2 DATOS DE ASENTAMIENTO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	118
CUADRO 3 CALCULO DE VOLUMEN DE EXUDACIÓN POR ÁREA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	120
CUADRO 4 CALCULO DE VOLUMEN DE EXUDACIÓN POR ÁREA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	121
CUADRO 5 CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) – PRUEBA N° 01.....	122
CUADRO 6 CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) – PRUEBA N° 02.....	123
CUADRO 7 CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO) – PRUEBA N° 01	123
CUADRO 8 CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO) – PRUEBA N° 02	124
CUADRO 9 CALCULO DEL F'c DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	125
CUADRO 10 CALCULO DEL F'c DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	125
CUADRO 11 CALCULO DEL F'c DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO).....	126
CUADRO 12 CALCULO DEL F'c DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	126
CUADRO 13 CALCULO DEL F'c DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	127
CUADRO 14 CALCULO DEL F'c DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	127
CUADRO 15 TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 1 SIN ADITIVO.....	135
CUADRO 16 TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 2 SIN ADITIVO.....	136
CUADRO 17 TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 1 CON ADITIVO.....	137
CUADRO 18 TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 2 CON ADITIVO.....	138
CUADRO 19 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE ASENTAMIENTO (SLUMP)	145
CUADRO 20 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE EXUDACIÓN.....	146
CUADRO 21 DIFERENCIA Y PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DEL GRUPO CONTROL Y EL GRUPO EXPERIMENTAL	146
CUADRO 22 PROMEDIOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	150

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 DOSIFICACION DE GRAFICA DE AGREGADOS FULLER. 73

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 DELIMITACION ESPACIAL DE LA INVESTIGACION 8

ILUSTRACIÓN 2 TIPOS DE FALLA DE PROBETA ROTAS A COMPRESIÓN
..... 117

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 ASENTAMIENTO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO).....	128
GRÁFICO 2 ASENTAMIENTO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)	129
GRÁFICO 3 VOLUMEN EXUDADO POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	130
GRÁFICO 4 VOLUMEN EXUDADO ACUMULADO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO).....	130
GRÁFICO 5 VELOCIDAD DE EXUDACIÓN POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	131
GRÁFICO 6 VOLUMEN EXUDADO POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	132
GRÁFICO 7 VOLUMEN EXUDADO ACUMULADO DEL GRUPO EXPRIMENTAL (CON ADITIVO)	132
GRÁFICO 8 VELOCIDAD DE EXUDACION POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)	133
GRÁFICO 9 CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 01 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) .	134
GRÁFICO 10 CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 02 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO).....	135
GRÁFICO 11 CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 01 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	136
GRÁFICO 12 CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 02 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).....	137
GRÁFICO 13 ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	138
GRÁFICO 14 ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	139
GRÁFICO 15 ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)	140
GRÁFICO 16 CURVA DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DISEÑO DE MEZCLA SIN ADITIVO	141
GRÁFICO 17 ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (CON ADITIVO)	142
GRÁFICO 18 ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (CON ADITIVO)	142
GRÁFICO 19 ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (CON ADITIVO)	143
GRÁFICO 20 CURVA DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO	144
GRÁFICO 21 COMPARACIÓN ENTRE VOLÚMENES ACUMULADOS DE EXUDACIÓN DEL GRUPO CONTROL Y EL GRUPO EXPERIMENTAL	147
GRÁFICO 22 COMPARACION DEL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)	148

GRÁFICO 23 CURVAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)	149
GRÁFICO 24 CURVA DE VALORES PROMEDIO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)	151

RESUMEN

En la presente tesis, el problema de investigación fue: ¿cuál es la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto para un $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo?, cuyo objetivo general fue: Analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto para un $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo; así mismo la hipótesis general que se verificó fue: Las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se ven influenciadas positivamente en comparación a un concreto sin aditivo, gracias a los componentes del aditivo plastificante incorporados que facilitan la colocación de la mezcla en edificaciones unifamiliares.

En esta investigación se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada, nivel de investigación fue explicativo y el diseño de la investigación fue experimental con un diseño con posprueba únicamente y grupo de control. El muestro fue no probabilístico, intencional o dirigido utilizando un diseño de mezcla con aditivo plastificante para una edificación unifamiliar en la provincia de Huancayo.

Se concluyó en que las propiedades del concreto analizadas son favorecidas, excepto la exudación, que produce un incremento significativo que genera una superficie porosa de menor resistencia.

TERMINOS CLAVE: Aditivo plastificante, propiedades del concreto, viviendas unifamiliares.

ABSTRACT

In this thesis, the research problem was: what is the influence of the plasticizer additive in the concrete properties for a $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ in single-family buildings in Huancayo?, whose general objective was: Analyze the influence of the plasticizer additive in concrete properties for an $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ in single-family buildings in Huancayo; likewise the general hypothesis that was verified was: The properties of the concrete in fresh and hardened state are positively influenced in comparison to a concrete without additive, thanks to the components of the incorporated plasticizer additive that facilitate the placement of the mixture in single-family buildings.

In this research, the scientific method was used, the type of applied research, the level of research was explanatory and the design of the research was experimental with a post-test design only and a control group. The sampling was not probabilistic, intentional or directed using a mix design with plasticizer additive for a single family building in Huancayo.

It was concluded that the concrete properties analyzed are favored, except for bleeding, which produces a significant increase that generates a porous surface with less resistance.

KEY WORDS: Concrete properties, plasticizer additive, single-family homes.

INTRODUCCION

El uso de aditivos para concreto en el sector construcción se ha masificado en los últimos años debido a que, gracias a ellos, podemos tener un control temporal de alguna propiedad del concreto que puede ser necesaria para una adecuada colocación. En la ciudad de Huancayo se observó que en muchas obras civiles se está empleado el uso de aditivos para vaciados de concreto ya sea elaborado en obra o premezclado.

Dentro de los aditivos más utilizados tenemos los impermeabilizantes para reducir la porosidad del concreto, los acelerantes o retardantes de fragua que modifican el tiempo de fragua para poder otorgar mayor tiempo de manipulación a la mezcla u obtener resistencias elevadas a una edad temprana y los reductores de agua que actúan en la mezcla de concreto dándoles un asentamiento mayor al de diseño para facilitar la colocación y reducir el vibrado. Los reductores de agua o plastificantes también contribuyen en hacer más bombeable la mezcla para el caso de concretos premezclados que necesitan una bomba que impulse la mezcla hasta su punto de colocación sin necesidad de agregar mayor cantidad de agua que puede incrementar la relación agua-cemento y disminuir la resistencia.

Actualmente, se está utilizando el concreto premezclado para vaciados desde viviendas hasta edificaciones multifamiliares que incluyen aditivos reductores de agua dentro de la mezcla para facilitar el bombeo y colocación del concreto.

En esta investigación "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO" se utilizó un aditivo reductor de agua de rango medio, siendo este el aditivo Sika® Cem Plastificante.

Se ha observado en muchos casos que no existe personal calificado y preparado para realizar diseños de mezcla óptimos con este aditivo debido al desconocimiento, la poca información o la falta de capacitación tanto de profesionales como técnicos.

Tras observar las características con este aditivo nos surgió el problema de cómo se cambian las otras propiedades del concreto al incluir este aditivo en la mezcla en estado fresco y endurecido. Si bien es cierto, muchas empresas manifiestan solo las ventajas del uso de cualquier tipo de aditivo en las propiedades que mejoran o controlan en específico según su aplicación, pero no siempre advierten los cambios que podrían generar en las otras propiedades de la mezcla de concreto.

El objetivo de esta tesis es analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido para una $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en la ciudad de Huancayo. La información que proporciona esta investigación nos permite identificar la variación que existe en las propiedades del concreto en estado fresco (trabajabilidad, exudación y tiempo de fragua) y endurecido (resistencia a la compresión) siendo evaluado en dos grupos. El primer grupo de muestras es el grupo control que se trabajó un diseño de mezcla sin incluir el aditivo; y el segundo grupo es el experimental que

se trabajó con el mismo diseño de mezcla incluyendo el aditivo Sika® Cem Plastificante para poder comparar, obtener cuadros y gráficos que nos permitieron identificar y determinar las diferencias entre ambos en las propiedades ya mencionadas.

Todos los ensayos de laboratorio se trabajaron con estos dos diseños de mezclas mencionados y fueron comparados con las tablas especificadas en las Normas Técnicas Peruanas y ASTM para determinar la calidad y confiabilidad del muestreo.

El contenido de la investigación se refleja según los siguientes puntos:

En el capítulo I: Planteamiento del problema, se describe la problemática de la investigación y se plantean los objetivos a seguir con la investigación.

En el capítulo II: Marco teórico, se describen los antecedentes, fundamentos teóricos de la investigación, hipótesis y las variables de la investigación.

En el capítulo III: Metodología, se describe toda la parte metodológica de la investigación.

En el capítulo IV: Resultados, se describen los resultados de los ensayos realizados a las mezclas de concreto del grupo control y el grupo experimental de la investigación.

En el capítulo V: Discusión de resultados, se realiza la comparación entre los resultados obtenidos del grupo control frente al grupo experimental mostrando las diferencias finales, comparándolos entre ellos y las Normas técnicas Peruanas.

Finalmente se realizan las conclusiones, recomendaciones referencias bibliográficas y anexos con los aportes de la investigación.

Bach. Azucena F. Rodriguez Matos

Bach. Jhon C. Ruiz Martínez

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de aditivos en el sector construcción para mejorar o controlar las propiedades del concreto, se ha masificados en los últimos años en la ciudad de Huancayo, debido a su facilidad de aplicación y su aporte en la reducción de costos en función al beneficio al producir concreto ya sea premezclado o in situ.

Al momento de incorporar los aditivos en las mezclas de concreto, se produce una reacción química interna para poder manipular, controlar alguna propiedad o característica específica del concreto, la cual proporciona ventajas en la colocación y uso del concreto.

Dentro de estos aditivos encontramos el aditivo plastificante, que tiene diferentes aplicaciones en especial la de mejorar la trabajabilidad y facilitar la bombeabilidad del concreto sin necesidad de incrementar agua en la mezcla que pueda reducir la resistencia.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E060 – Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones en el Artículo 3.6.2 “Debe demostrarse que el aditivo utilizado en obra es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación del concreto de acuerdo con lo especificado en 5.2” (p.119). Sin embargo, el uso de aditivos genera variaciones directas e indirectas en las propiedades del concreto en estado fresco y/o endurecido que se debe tener en cuenta para garantizar la calidad tal como dice el artículo.

Como consecuencia de la manipulación de alguna propiedad del concreto, se genera modificación en las otras, que puede ser favorable o desfavorable a corto o largo plazo, por lo que es necesario conocer estos cambios para aprovecharlos, prevenir o considerar decisiones que nos permitan encontrar el equilibrio en la mezcla haciéndola óptima y eficiente.

Actualmente, el sector construcción está utilizando aditivo plastificante en la producción de concreto premezclado e in situ para realizar vaciados gracias a los beneficios que brinda y la facilidad de trabajo que aporta el aditivo a la mezcla.

En el caso de aditivos reductores de agua, como los plastificantes o superplastificantes, que actúan modificando el contenido de agua en la mezcla y la trabajabilidad con el principal fin de hacerlas más fluidas y facilitar la colocación del concreto en los elementos estructurales, se modifican también otras propiedades ya sea a favor o en contra.

Por lo que, en esta investigación se desarrolla con el fin de analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto fresco y el concreto endurecido en viviendas unifamiliares en la ciudad de Huancayo.

1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Toda la problemática nos orientó a desarrollar esta investigación experimental acerca de la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido originando los siguientes problemas de investigación:

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto para un $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- a) ¿Cómo influye el aditivo plastificante en la trabajabilidad del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo?
- b) ¿Cuál es la influencia del aditivo plastificante en la exudación del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo?
- c) ¿Cómo influye el aditivo plastificante en el tiempo de fragua del concreto

$F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo?

- d) ¿Cuál es la influencia del aditivo plastificante en la resistencia del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo?

1.3. JUSTIFICACION

1.3.1. PRÁCTICA O SOCIAL

Los ingenieros y técnicos involucrados en el sector de construcción civil se beneficiarán de esta investigación debido a que les permitirá considerar los cambios que otorga el aditivo Sika® Cem Plastificante en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, la cual se debería tener en cuenta al momento de utilizarlo por los beneficios y/o desventajas que nos puede proporcionar las cuales no son descritas en las ficha técnica del aditivo. Las propiedades estudiadas en esta investigación fueron para el estado fresco de la mezcla, la trabajabilidad, exudación y tiempo de fragua; y para el estado endurecido fue la resistencia a la compresión por ser estas propiedades las más relevantes y permitir evaluar la serviciabilidad futura del concreto.

1.3.2. METODOLOGICA

En esta investigación se identificó la influencia del aditivo Sika® Cem Plastificante en las propiedades del concreto en estado fresco (trabajabilidad, exudación, tiempo de fragua) y endurecido (resistencia a la compresión). El uso de aditivos en el concreto modifica químicamente mezcla dependiendo de la propiedad que se desee modificar y debido a esto se obtienen efectos positivos y negativos en función a que propiedades en específico se desea manipular generando incógnitas en las otras propiedades alteradas. Por lo tanto, esta investigación se ve enfocada en identificar la variación porcentual que ocasionó el uso del aditivo plastificante en las propiedades descritas anteriormente, respecto a un diseño de mezcla patrón que no contiene ningún tipo de aditivo, que nos permitió identificar el comportamiento en las otras propiedades mencionadas teniendo en cuenta que estas predicciones solo se podrían efectuar en el ámbito de la ciudad Huancayo debido a que es la delimitación espacial de la Tesis.

Esta investigación permite generar criterios para el uso adecuado del aditivo Sika® Cem Plastificante, identificando la variación de las propiedades del

concreto en estado fresco (trabajabilidad, exudación, tiempo de fragua) y endurecido (resistencia a la compresión) de forma directa e indirecta, mediante la recolección de datos en los instrumentos y su procesamiento en gabinete, lo que nos permite determinar porcentajes de incremento o disminución en cada propiedad evaluada.

1.4. DELIMITACIONES

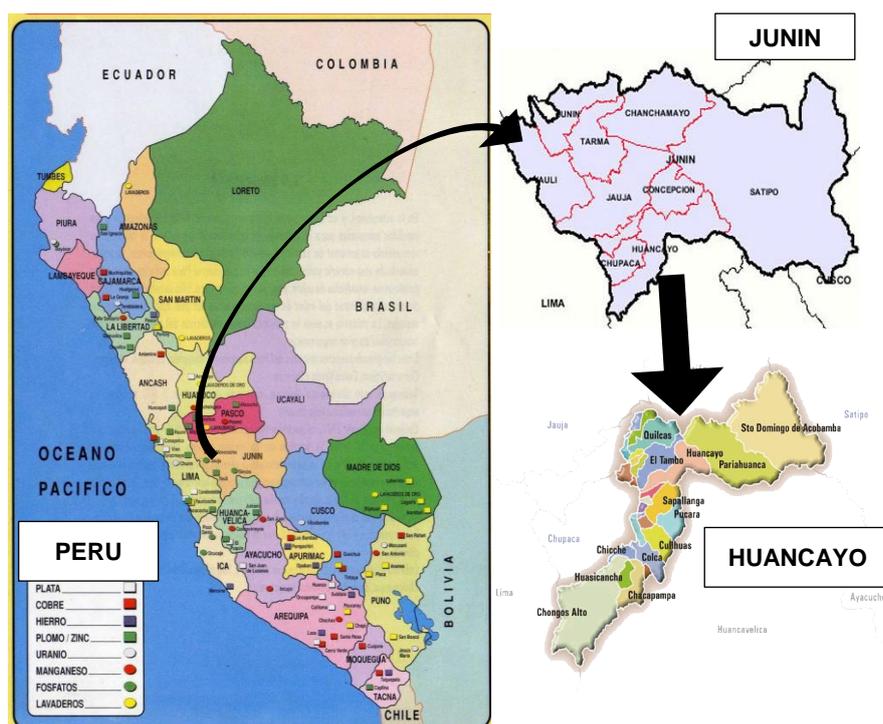
1.4.1. ESPACIAL

La investigación se delimitó espacialmente en la provincia de Huancayo, en la región de Junín, ubicada en Perú.

La provincia de Huancayo se encuentra a una altitud de 3271 m.s.n.m., latitud 12°04'00" S y longitud 75°13'00"O.

ILUSTRACIÓN 1

DELIMITACION ESPACIAL DE LA INVESTIGACION



FUENTE: Elaboración propia.

1.4.2. TEMPORAL

Está delimitada temporalmente al espacio de tiempo comprendido entre el mes de Diciembre del 2017 hasta el mes de Julio del 2018.

1.4.3. ECONÓMICA

Esta investigación se vio delimitada económicamente ya que fue autofinanciada, por lo que, se pudieron realizar los ensayos para analizarla influencia sólo con una marca de aditivo en el diseño de mezcla. Así mismo, el elevado costo que conllevaría realizar los ensayos para las propiedades del concreto, que no se encontraron en los laboratorios de la ciudad de Huancayo, en otra ciudad se hizo inviable.

1.5. LIMITACIONES

Por los ensayos requeridos para la experimentación de la investigación se encontró una limitante de índole económica, debido a que el costo de algunos ensayos y materiales son elevados y esta investigación fue autofinanciada, por lo que puede no se pudieron realizar los ensayos para todas las propiedades del concreto; así mismo no se pudo trabajar con otras marcas de aditivo plastificante debido a que la cantidad de especímenes y muestras por ensayos demandaban un costo elevado, el cual no se pudo afrontar.

Debido a la falta de laboratorios y técnicos especializados en tecnología del concreto que realicen todos los ensayos normados para cada propiedad del concreto en estado fresco y endurecido en la ciudad de Huancayo, se consideró realizar los ensayos en otra ciudad, pero las pruebas para el concreto en estado fresco pudieron verse alteradas por un cambio de condiciones climáticas y condiciones de vaciado, así como la variación de la precisión de equipos y experiencia del personal.

Existe muy poca información sobre el uso de aditivos en el concreto debido a que no se genera mucha investigación en esta área, a pesar de que los aditivos para concreto son muy utilizados en todas las obras civiles.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto para un $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Determinar la influencia del aditivo plastificante en la trabajabilidad del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo.
- b) Identificar la influencia del aditivo plastificante en la exudación del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo.
- c) Determinar la influencia del aditivo plastificante en el tiempo de fragua del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo.
- d) Evaluar la influencia del aditivo plastificante en la resistencia del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares en Huancayo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES (NACIONAL E INTERNACIONAL)

LOCAL

A. El primer trabajo de procedencia local corresponde a Mayta (2014), quien realizó “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto en la ciudad de Huancayo” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú que fue requisito para la obtención del grado de Ingeniero Civil.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del aditivo superplastificante RHEOBUILD VE de la marca BASF en las propiedades del concreto para el estado fresco y endurecido esto nos permitirá conocer la influencia que este tipo de aditivos tuvo en las propiedades del concreto, pues este tipo de aditivos no lo estamos considerando para el desarrollo de nuestra tesis.

La finalidad de la investigación es calcular y analizar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, debido a la incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas patrones. El estudio contribuirá a formalizar y mejorar la calidad de producción del concreto en nuestro medio, ya que los usuarios tendrán el conocimiento e información necesaria sobre las posibilidades y limitaciones que ofrece el uso del aditivo superplastificante en el concreto. (Mayta, 2004, p.xvi)

A las conclusiones que se llegaron fue que con respecto a la segregación de la mezcla fue que a las relación agua – cemento de 0.40 y 0.50 en las cuales se incluyó el uso de el aditivo en un cantidad de 1050 ml la segregación supera el límite recomendado y que a, mayor uso de aditivo mayor es el porcentaje de segregación como podemos apreciar en la siguiente tabla.

TABLA 1
INCREMENTO DE ASENTAMIENTO EN RELACIÓN DE PORCENTAJE DE
ADITIVO USADO

DOSIS (ml/100kg)	INCREMENTO DEL ASENTAMIENTO			INCREMENTO PROMEDIO
	a/c=0.40	a/c=0.50	a/c=0.60	
250	50.00%	50.00%	43.80%	47.90%
1050	150.00%	137.50%	131.30%	139.60%

FUENTE: Recuperado de Mayta Rojas, J. (2004).

En relación al fraguado se observó que este aditivo generó un ligero retraso del mismo en todas las relaciones y dosis respecto a su patrón de referencia el cual no tenía aditivo, cabe mencionar que a mayor cantidad de aditivo usado mayor es el retraso del fraguado del concreto, esto puede deberse a los componentes químicos del aditivo el cual es fabricado con sales de condensado de naftaleno sulfonado y formaldehído (SNF).

TABLA 2
INCREMENTO DE TIEMPO DE FRAGUADO EN RELACIÓN DE
PORCENTAJE DE ADITIVO USADO

DOSIS (ml/100kg)	INCREMENTO DEL ASENTAMIENTO			INCREMENTO PROMEDIO
	a/c=0.40	a/c=0.50	a/c=0.60	
250	-1.40%	6.80%	-1.10%	1.40%
1050	18.80%	20.50%	20.20%	19.90%

FUENTE: Recuperado de Mayta Rojas, J. (2004).

En relación a la resistencia a compresión se obtiene los siguientes resultados, para la mayoría de las muestras el uso de aditivo con una dosis igual o por debajo de los 650 ml generó un crecimiento en la resistencia a compresión del concreto mientras que si se utiliza una dosis mayor a 650 ml la resistencia se ve en

decrecimiento todo estos resultados en relación a la mezcla patrón que se obtuvo.

TABLA 3
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN REFERENCIA A MUESTRA PATRÓN

ID MEZCLA	DOSIS (ml/100kg)	% RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO AL CONCRETO PATRON			
		3d	7d	14d	28d
A-3	650	108.80%	107.60%	108.40%	106.90%
B-3	650	145.60%	120.90%	115.20%	108.20%
C-3	650	144.20%	140.90%	126.50%	115.60%

FUENTE: Recuperado de Mayta Rojas, J. (2004).

La resistencia a la compresión logra alcanzar sus valores mínimos con dosis más elevada es decir la de 1050 ml de aditivo superplastificante, para cualquier edad y relación de agua –cemento como se observa en la siguiente tabla.

TABLA 4
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN MUESTRA PATRÓN CON 1050 ml / 100 kg DE CEMENTO

ID MEZCLA	DOSIS (ml/100kg)	% RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO AL CONCRETO PATRON			
		3d	7d	14d	28d
A-5	1050	98.20%	96.80%	98.80%	98.60%
B-5	1050	115.30%	106.10%	100.60%	100.40%
C-5	1050	128.40%	121.50%	107.50%	101.40%

FUENTE: Recuperado de Mayta Rojas, J. (2004).

NACIONAL

A. El primer trabajo de procedencia nacional corresponde a Tesillo (2004) quien realizó “Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland Tipo I y utilizando un aditivo plastificante” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería que fue requisito para la obtención del grado profesional de Ingeniero Civil.

Este antecedente buscó investigar mediante ensayo de laboratorio los efectos en las propiedades del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionado con un aditivo plastificante reductor de agua, para evaluar dicho objetivo se diseñaron muestras de concreto con y sin aditivo de mediana a baja resistencia, esto en relaciones agua cemento 0.60, 0.65 y 0.70; mientras que las dosificaciones del aditivo serán de 0.3%, 0.5% y 0.7% de peso del cemento.

Las conclusiones a las cuales se llegaron en la presente tesis fueron:

En relación a agua requerida, manteniendo la trabajabilidad de la mezcla se obtuvo en promedio una reducción del 8%.

En cuanto a la trabajabilidad de la mezcla se logra incrementar un índice de fluidez en un 18% esto en una relación $a/c=0.60$ adicionando 0.3%, en promedio logra incrementar hasta en un 11%.

El concreto con aditivo Plastiment HE, no llegó a producir un incremento significativo en la exudación, donde sólo se llega a segregar 16.2 mL o un 0.54% esto al adicionar un 0.7% de aditivo por peso de cemento en una relación $a/c=0.60$. Con respecto a su grupo de análisis sin aditivo, solo exudó 11.50mL o 0.36% y ambos grupos de análisis muestran una variación de 4.70 mL o del 40% con respecto al grupo sin aditivo.

Para el tiempo de fragua se observa que con el uso del aditivo logró retardar el fraguado inicial como final, así para el tiempo de fragua inicial de 0.3% se logra un incremento del 13%, y para las dosificaciones del 0.5% y 0.7% de aditivo se logra incrementar hasta un 12% y 11% respectivamente. Para el tiempo de fragua final de las muestras con una dosificación de 0.3% de aditivo se logra incrementar en 14% y con dosificaciones en 0.5% y 0.7% se obtienen incrementos del 10% y 14% para cada muestra.

Para las resistencia del concreto con una dosificación de 0.3%, se logra un incremento en promedio de hasta 9% para los 7 días, mientras que con 0.5% y 0.7% se obtuvieron un incremento del 12 % y 11% para cada dosificación; para la relación $a/c=0.60$ en toda la dosificación de aditivo obtenemos mayores incrementos llegando a un promedio de 17%.

En el concreto con aditivo se logra aumentar las resistencias a la compresión a los 28 días, con una dosificación del 0.3% de aditivo obtenemos incremento promedio de 14% y para las dosificación con 0.5% y 0.7% se logra un incremento del 11% y 9%.

Cuando se realizó un comparación en la variación del precio por cada kg/cm^2 de resistencia se concluye que el concreto con aditivo obtiene un beneficio del 0.3%. Sin embargo al preparar el concreto con aditivo el precio de este se incrementa en un 2.66%.

El concreto con aditivo tiene una mayor resistencia a la tracción, donde utilizando una dosificación del 0.3% se incrementó en promedio un 7%, y para las dosificación del 0.5% y 0.7% se logra incremento del 12% y 5%. Se obtuvo el mayor incremento siendo este un 14 % al preparar con 0.5% en una relación $a/c=0.65$.

En relación al módulo elástico se obtuvieron comportamiento variables lográndose los mayores valores porcentuales para las siguientes dosificaciones:

Para 0.3% con relación $a/c=0.60$ llegando a 7%.

Para 0.7% con relación $a/c=0.65$ llegando a 8%.

B. Como segundo trabajo de procedencia nacional corresponde a Fernández (2017) quien realizó “Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo Sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo que fue requisito para la obtención del grado profesional de Ingeniero Civil.

El objetivo de esta tesis fue determinar la influencia del aditivo Sikament-290N en los concretos elaborado con cemento portland tipo I, para lograr este objetivo se han analizado dos grupos de muestras unas como patrón sin la presencia del mencionado aditivo y las otras con diversas dosificación del aditivo Sikament-290N, para la evaluación del concreto con aditivo se realizaron dos casos, uno en el que el agua es constante y otro en donde se mantuvo constante el slump (asentamiento).

Para el estado fresco se analizaran las propiedades de asentamiento, peso unitario, exudación, contenido de aire y tiempo de fragua, y para el estado endurecido la propiedad será resistencia a la compresión.

Para la presente tesis se tuvieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar si el uso del aditivo Sikament-290N influye en el diseño del concreto.
- Comprobar mediante ensayos de laboratorio si el uso del aditivo Sikament-290 mejora las propiedades del concreto.
- Compara la resistencia del concreto patrón y el concreto con el aditivo Sikament-290N.

Como conclusiones se tuvieron:

Con respecto a la resistencia el aditivo aumento notablemente esta propiedad; manteniendo constante la cantidad de agua se obtuvo un incremento de 15.94% a los 28 días, con el aditivo a su máxima dosificación. Sin embargo, a edad temprana (3 días) la resistencia fue menor en 11.00% con aditivo al 0.4%. Cuando se mantuvo constante el asentamiento, se obtuvo un incremento de la resistencia de 44.38% a los 28 días con el uso de aditivo a máxima dosificación.

En ambos casos se observó que el aditivo aumento considerablemente la resistencia siendo mayores que el concreto patrón, pero comparadas entre ellas, las que se elaboraron con menor cantidad de agua fueron las que obtuvieron mayor resistencia a la compresión, por lo que se concluye que, con el uso de aditivo siempre se obtendrá mejoras en la resistencia a la compresión.

En el diseño de mezcla el aditivo influye ligeramente debido a que se realizó un reajuste del aporte de agua, restando una cantidad similar de agua, a la cantidad adicionada de aditivo.

El slump se incrementó según se iba incrementando la dosis de aditivo siempre en cuando se mantiene constante el contenido de agua, llegando a aumentar hasta 7.5" con 1.6% de aditivo, que representa un incremento del 114.29%, por otro lado si se mantiene el asentamiento de 3" a 4" el aditivo nos permite una reducción de agua de 18.32% en su máxima dosificación.

Luego conforme se fue incrementando el aditivo el peso unitario se fue incrementando hasta llegar a un 0.62% por debajo del peso unitario del concreto patrón.

El cuanto al contenido de aire, cuando se mantuvo constante el contenido de agua, el contenido de aire disminuyó conforme se fue aumentando la dosificación del aditivo logrando disminuir en un 56.67% con respecto al concreto patrón. Sin embargo cuando se mantuvo constante el asentamiento el contenido de aire para la dosificación 0.4% y 0.6% de aditivo, disminuyó en 56.11% y 22.22% respectivamente, mientras que ocurre lo contrario para dosificaciones para 1.0% y 1.4% aumentando 25% y 78.89% respectivamente.

Para la exudación, se observó que manteniendo constante el contenido de agua, mientras se aumentó la dosificación del aditivo, la exudación aumentó en 157.69% con respecto al concreto patrón y con el aditivo en su máxima dosificación; mientras que cuando se mantuvo constante el asentamiento la exudación disminuyó en un 51.54% con una dosificación de aditivo del 1.4%.

Para el tiempo de fragua en las muestras en las cuales se mantuvieron constante el contenido de agua el aditivo aumento el tiempo de fragua inicial en un 23.11% en su máxima dosificación, y para una dosificación de 1.4% aumentó un 25.08%. Mientras que cuando se mantuvo el asentamiento el resultado fue similar en el cual se obtuvo que el tiempo de fragua aumento ligeramente conforme se aumentó el porcentaje de aditivo, el tiempo de fragua aumento en 1.26% y el tiempo de fragua final en 3.9%, concluyendo que cuando se requieren slump elevados el tiempo de fragua será mayor.

Así también se concluyó que con el uso de aditivo y mantenido constante la cantidad de agua, se incrementa la resistencia y el slump, es decir se puede mantener concretos muy fluidos y a la vez con resistencias que aumentan conforme se incrementa el porcentaje de aditivo, siendo importantes para estructuras donde la cuantía de acero es elevada y al mismo tiempo se requiera una resistencia mecánica elevada.

Para el fabricante de Sikament-290N, permite una reducción de hasta 25% de agua de mezcla, para la presente tesis redujo el 18.32% del agua, en su máxima dosificación.

INTERNACIONAL

A. El primer trabajo de procedencia internacional corresponde a Reina, Sánchez y Solano (2010) quienes realizaron “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido” presentado a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador que fue requisito para la obtención del grado de Ingeniero Civil.

Tiene como objetivo principal establecer la influencia del uso de un aditivo reductor de agua de alto rango superplastificante EUCON 37 (Reductor de agua de alto rango superplastificante) en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Esto debido a que las propiedades del concreto debe varias según el aditivo que se pueda utilizar este trabajo nos dará más luces acerca del tema sobre el cual queremos investigar y ver si es viable investigar acerca de este tema.

Para esto, se propuso diseñar doce mezclas de concreto para alcanzar resistencias a la compresión de 500, 550, 600 y 650 kg/cm², utilizando tres tasas de dosificación de aditivo superplastificante de 600, 1200 y 1800 ml/100 kg de cemento para cada resistencia, y tomando en cuenta parámetros fijos como por ejemplo el revenimiento (en el rango de 5 a 8 pulgadas) que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia. (Reina Cardoza, Sánchez Blanco, y Solano Quintanilla, 2010, p. xix)

Según los resultados obtenidos en la investigación, se concluyó en lo siguiente:

Respecto a las pruebas del concreto de alta resistencia en estado fresco, su revenimiento de influenciado por el uso del superplastificante comprendido en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento y el rango de revenimiento es de 5 a 8 pulgadas, en su temperatura el uso de aditivos no influye en la temperatura de

concreto que varía entre 29 °C y 30 °C, en su contenido de aire se observa que a mayor cantidad de aditivo usado mayor es el contenido de aire en el concreto, respecto a su peso volumétrico no afecta el uso de aditivos, con respecto a su tiempo de fraguado a mayor cantidad de aditivo.

Ahora daremos las conclusiones respecto a las pruebas del concreto de alta resistencia en estado endurecido, en el ensayo de resistencia con el uso de aditivos se obtiene que a los 7 días la resistencia varía de 85% a 104% mientras que los resultados a los 28 días de edad alcanzaron resistencia de 100% a 122% para las tasas de dosificación de aditivo en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento.

En correlación entre la resistencia a compresión y tasa de dosificación se observa que a cualquier diseño de mezcla a mayor cantidad de aditivo mayor es el incremento de resistencia.

Siendo estas las conclusiones que nos ayudaran en la investigación se obviaron algunas más contenidas en la tesis recopilada.

B. Como segundo trabajo de procedencia internacional corresponde a Cevallos (2012) quien realizó “Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el concreto, en su resistencia y durabilidad” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador que fue requisito para la obtención del grado profesional de Ingeniero Civil.

Esta disertación tuvo como objetivo estudiar, observar y analizar el comportamiento de aditivos plastificantes como Sikament-100 y Aditec 311-FF en el concreto; tanto para las propiedades de resistencia y durabilidad. Para lo cual se realizó algunas mezclas de concreto las cuales fueron curadas de diferente forma, es decir un curado normal, con una concentración del 5% de Sulfato de Sodio y para finalizar en una concentración del 10% de Sulfato de Sodio. Y posteriormente estas mezclas fueron comparadas entre sí, mediante los resultados de los ensayos cuales se realizaron fueron: Compresión simple, flexión y compresión con módulo de elasticidad, de esta manera se observó el comportamiento de aditivo usado y se pudo comprobar que existen mejoras en

el desarrollo de resistencia y durabilidad de los hormigones incorporados con este aditivo.

Como resultados del presente trabajo de investigación se tuvo:

TABLA 5
COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS SEGÚN ADITIVOS

DESCRIPCION	7 días	28 días	56 días	91 días
SIN ADITIVO CURADO NORMAL	189.31	257.24	273.77	303.96
SIKA CURADO NORMAL	160.14	238.68	258.88	285.60
ADITEC CURADO NORMAL	172.58	287.64	321.50	341.50
SIN ADITIVO CURADO 5%	179.928	230.53	289.25	332.112
SIKA CURADO 5%	147.9	221.54	257.86	272.95
ADITEC CURADO 5%	227.26	264.18	297.64	321.10
SIN ADITIVO CURADO 10%	198.696	265.608	322.728	343.536
SIKA CURADO 10%	180.95	247.45	277.03	283.56
ADITEC CURADO 10%	134.44	207.47	271.93	294.37

Fuente: Recuperado de Cevallos (2012). Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el concreto, en su resistencia y durabilidad. Tesis de pregrado. Pontifica Universidad Católica de Ecuador.

En la cual se puede observar que en el concreto sometido a un curado normal, la resistencia mayor a los 28 días fue obtenida por el concreto el cual ha sido elaborado con el aditivo Aditec.

Para el curado con el concentración de 5% de sulfato se obtuvo que nuevamente a los 28 días el concreto elaborado con el aditivo Aditec logra una mayor resistencia en comparación con los otros dos tipos de concreto.

Sin embargo cuando se realiza un curado con una concentración del 10 % de sulfato de sodio las muestras elaboradas sin aditivo son las que poseen mayores resistencias.

Así por consiguiente se puede concluir que los sulfatos son agentes agresivos para el concreto y son capaces de modificar sus propiedades físicas, químicas o mecánicas, sin embargo existen algunos factores que aminoran este impacto como el uso de aditivo.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

FUNDAMENTOS DEL CONCRETO

El concreto es el material más predominante en el sector construcción, con una estructura plástica y fácil de moldear en estado fresco y endurecido es rígido y resistente lo que lo hace un material ideal para construir.

Según ABANTO, F. (1996) “El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades fijadas, especialmente la resistencia” (p.11).

Según RIVVA, E. (1992) señala:

El concreto de cemento portland es uno de los más usados y el más versátiles de los materiales de construcción. Esta versatilidad permite su utilización en todo tipo de formas estructurales, así como en los climas más variados. En la práctica, las principales limitaciones del concreto están dadas no por el material sino por quien debe utilizarlo. (p.1)

Según PASQUEL, E. (1992-1993) define:

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (p.38)

Estos autores definen el concreto como una mezcla de cemento, agregados, agua, aire y en algunos casos incluye un aditivo mejorador de alguna propiedad, que puede ser plástica y moldeable en estado fresco y resistente y rígido en estado endurecido. Gracias a las propiedades del concreto se pueden crear diversas formas que nos permitan construir o generar algunos elementos

estructurales diversos con la capacidad de proteger y resistir diferentes condiciones climáticas. Todas estas características la hacen un material ideal para el sector construcción.

La adhesión de partículas en el concreto se da a través del cementante que sirve de liga entre partículas unificándolas como un material. Las partículas de gel de concreto se expanden al hacer contacto con el agua y empiezan a adherirse con los agregados llegando a ser solo un material en cuestión de horas. En algunos casos se agrega un aditivo que permite mejorar, controlar o manipular una o más propiedades del concreto dependiendo del uso, transporte, condiciones de vaciado, entre otros.

Los agregados para concreto se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos son partículas pétreas de diámetros menores a 3/8" o 9.5 mm; los agregados gruesos son partículas pétreas retenidas en la malla N° 16 y pueden llegar hasta 6" de tamaño.

Los agregados deben cumplir con requerimientos mínimos que se especifican en la NTP 400.037 que determinan las características mecánicas que los agregados deben tener para poder ser aptos en su utilización como concreto.

PROPIEDADES DEL CONCRETO

Las propiedades del concreto se pueden observar en dos estados; estado fresco y endurecido. A continuación tenemos la clasificación y propiedades consideradas por PASQUEL, E.:

a) CONCRETO EN ESTADO FRESCO

• TRABAJABILIDAD

La trabajabilidad es la capacidad del concreto de ser trabajable, moldeable, de fácil colocado y acabado de acuerdo a su serviciabilidad o uso y es determinada por el asentamiento de la mezcla que se evalúa a través del ensayo de cono de Abrams durante el vaciado y el procedimiento se determina según la NTP 339.035 junto a los parámetros para evaluar si la dosificación del concreto propuesta en el diseño de mezcla y las condiciones de vaciado son óptimas con relación al proceso de mezclado adecuado.

Según PASQUEL, E. (1992-1993) afirma:

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. (p.131)

- **SEGREGACIÓN**

Según PASQUEL, E. (1992-1993) define la segregación como:

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (p.139)

Esta diferencia de densidades altera la uniformidad de la mezcla del concreto entre todos los componentes separándose de las partículas gruesas; y en el momento de la fragua, los componentes más densos tiendan a sedimentarse obteniendo una mezcla de concreto con poca homogeneidad. La segregación está relacionada con la exudación debido a que la exudación llega a ser una consecuencia de esta propiedad.

- **EXUDACIÓN**

Propiedad en la que el agua se separa de la mezcla y asciende formando una película superficial líquida. Esta propiedad sucede inevitablemente.

Según PASQUEL, E. (1992-1993) indica:

Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el

porcentaje de material menor que la malla No 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. (p.141)

Los agregados finos y la finura de las partículas del cemento determinan la cantidad de exudación de la mezcla y las consecuencias de esta propiedad. Esta propiedad es totalmente normal durante la fragua de concreto por las reacciones químicas internas de la mezcla. La exudación se puede medir a través de un ensayo definido por la ASTM C – 232.

- **CONTRACCIÓN**

Es la propiedad en la que el concreto se contrae formando fisuras que con frecuencia genera problemas. Existen tipos de contracción:

Contracción intrínseca: Contracción del concreto debido a un volumen de agua que la mezcla pierde en la exudación y es irreversible.

Contracción inherente o contracción por secado: Ocurre generalmente en la pasta y genera la mayoría de fisuraciones y ocurre en el estado plástico al permitir la pérdida de agua logrando alterar los volúmenes de concreto al contraerse. Este tipo de contracción se puede revertir si se coloca la cantidad de agua perdida.

- b) **CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**

- **ELASTICIDAD**

Es la capacidad del concreto de deformarse por acción de las cargas, pero sin tener una deformación permanente.

Según PASQUEL, E. (1992-1993) “El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión” (p.142). Por esto los elementos estructurales de concreto sometidos a flexión tienden a tener un apoyo con el acero que recibe toda esa deformación. La elasticidad del concreto es mínima y se mide a través de un Módulo de Elasticidad que está entre los 250,000 y 350,000 kg/cm², este depende directamente de la resistencia del concreto. El Módulo de Elasticidad se puede determinar a través de la ASTM C – 469.

- **RESISTENCIA**

Es la capacidad de resistir a las cargas y esfuerzos ya sean a compresión o flexión, siendo el mejor comportamiento del concreto al estar sometido a compresión en comparación a la flexión debido a su poca elasticidad.

Las propiedades del concreto en estado fresco determinan la resistencia a la compresión futura del concreto, en consecuencia de como esas propiedades suceden o se manipulan.

PASQUEL, E. (1992-1993) afirma:

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto. (p.143)

Existen más factores que intervienen en la resistencia final del concreto como la temperatura y el tiempo de fragua de la mezcla de concreto obteniendo como resultado final un valor de resistencia.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E060 Concreto armado, en el artículo 21.3.2.1, se especifica lo siguiente “La resistencia a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 21 MPa” (p.181). Este artículo se aplica para elementos de concreto sometidos a fuerzas de sismo en donde se debe tener en cuenta este parámetro como el F'_c mínimo para un concreto estructural.

- **EXTENSIBILIDAD**

Capacidad del concreto de deformarse sin agrietarse y esta propiedad depende mucho de la elasticidad y el flujo plástico. Las microfisuras aparecen generalmente alrededor del 60% del esfuerzo último a una deformación unitaria de 0.0012 y la fisuración se hace visible para 0.003 de la deformación unitaria.

CEMENTO

El cemento es un material en polvo que se expande al contacto con el agua, une partículas y llena espacios vacíos generando resistencia mecánica al hidratarse. El cemento se obtiene a través de la molienda del clinker, sulfato de calcio y compuestos esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y en algunos casos se le adicional caliza durante la molienda.

El cemento es el material más utilizado en el sector construcción, debido a sus propiedades y la resistencia mecánica que genera al hidratarse adhiriéndose con otras partículas en el concreto.

Existen diferentes tipos de cemento y se seleccionan dependiendo de su uso posterior en el concreto, la exposición que va a tener, clima, las condiciones de vaciado, entre otros.

TIPOS DE CEMENTO

a) Cementos portland convencionales según la NTP 334.009

- **Tipo I:** Es el tipo de cemento más común, se caracteriza por ser de uso general y ser el más comercializado. Este tipo de cemento se utilizó en las pruebas de concreto de esta investigación por ser el más usado en la ciudad de Huancayo para vaciados de elementos estructurales en edificaciones e incluso en acabados de los mismos.
- **Tipo II:** De resistencia moderada a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en la construcción de estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- **Tipo III:** Resistencia rápida con alto calor de hidratación. Generalmente utilizado en climas fríos o cuando se necesite adelantar el uso o desencofrado de la estructura.
- **Tipo IV:** De bajo calor de hidratación y para concretos masivos.
- **Tipo V:** De alta resistencia a los sulfatos y para ambientes muy agresivos.

b) Cementos portland adicionados según la NTP 334.009

Según la norma la NTP 334.090 y la ASTM C – 595 los cementos adicionados son cementos mezclados con puzolanas o escorias que mejoran algunas propiedades del concreto y a su vez reducen la intensidad de otras.

PUZOLANICOS

Las puzolanas son silico-aluminos que tiene poca o ninguna actividad hidráulica que distribuido finamente en el cemento reacciona con el hidróxido de calcio y forma compuestos que posee propiedades hidráulicas.

- **Cemento Portland Puzolánico – Tipo IP:** Es un cemento Portland producido mediante la molienda conjunta de Clinker de cemento Portland y puzolana, en la cual la puzolana estará presente entre 15% y 40% en masa del cemento Portland Puzolánico.
- **Cemento Portland Puzolánico Modificado – Tipo I (PM):** Es un cemento Portland producido mediante molienda conjunta de Clinker de cemento Portland y puzolana, en el cual la puzolana estará presente en no más del 15% en masa del cemento Portland Puzolánico modificado.

ESCORIA

Es un producto no metálico consistente esencialmente de silicatos y aluminosilicatos de calcio con impurezas de hierro que se obtiene en estado fundido en los altos hornos.

- **Cemento Portland de escoria – Tipo IS:** Es un cemento Portland producido mediante la molienda conjunta de Clinker de cemento Portland y escoria, en el cual la escoria estará presente entre 25% y 70% en masa del cemento Portland de escoria.
- **Cemento Portland de escoria modificado – Tipo I (SM):** Es un cemento Portland producido mediante molienda conjunta de Clinker de cemento Portland y escoria, en el cual la escoria estará presente en no más del 25% en masa del cemento Portland de escoria modificado.
- **Cemento Portland compuesto - Tipo ICo:** Es un cemento Portland obtenido por pulverización conjunta de Clinker Portland, materias calizas y/o inertes hasta un máximo de 30%.

AGREGADOS PARA EL CONCRETO

El tipo y la calidad del agregado utilizado en el concreto tienen una importancia significativa la cual no puede pasar desapercibida, el agregado fino consiste en arena natural extraída de canteras o se puede extraer de ríos, lagos o lechos

marinos, el agregado grueso es generalmente el producto del proceso de la piedra que pasa por trituradoras estas pueden ser roca de cantera, roca redondeada o gravas grandes.

Los agregados frecuentemente se gradan ya sea en la cantera o en el lugar de despacho, por eso se puede esperar alguna variación en el tipo, calidad limpieza, granulometría y otras propiedades.

Los agregados deben cumplir con ciertas normas para su uso en ingeniería dependiendo el lugar donde se esté realizando los diseños de mezcla o preparación del concreto, sobre todo las partículas de los agregados deben ser limpias, duras, libres de productos químicos y arcilla que pueda afectar la adherencia a la pasta de cemento.

Dependiendo el tipo de concreto que se requiera se seleccionara los tipos de agregados a utilizar el uso de arena y grava como de escoria de altos hornos enfriada por aire genera concreto frescos de peso normal, sin embargo si las necesidades requieren que el concreto sea de tipo ligero o pesado se utilizara otros tipos de agregados cumpliendo las diferentes normas para cada tipo

Para la elaboración del concreto se utiliza los siguientes tipos de agregados los cuales pueden son:

- Agregado finos: Este agregado está en base de arenas naturales, arenas manufacturadas o alguna combinación de ellas.
- Agregados gruesos: El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos.

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

Los agregados para poder ser utilizados en las mezclas de concretos preparadas dentro del territorio Nacional deben cumplir con las Normas Técnicas Peruanas vigentes.

Aunque también se puede utilizar agregados que no cumplan estos requisitos pero teniendo en consideración que el Constructor debe demostrar que el uso de estos agregados genere concreto de la resistencia y durabilidad requerida.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, E060 Concreto armado, en el artículo 3.3.1, menciona “Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas” (p.117).

Las características más importantes del agregado que necesitamos evaluar para determinar si es bueno o malo son:

- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la desintegración por sulfatos.
- Forma y textura de las partículas.
- Granulometría
- Densidad suelta, densidad a granel.
- Densidad relativa.
- Absorción y Humedad superficial.
- Resistencia a la reactividad con los álcalis y cambio de volumen.

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

GRANULOMETRIA

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas dentro de la masa de agregado sea agregado fino o agregado grueso, esto se determina a través de análisis del peso pasante de casa tamiz, estos tamices están normalizados y según sea el país donde se aplique se debe utilizar la norma de cada país respecto a las mallas utilizados por el ensayo.

- **GRANULOMETRIA AGREGADO FINO**

La mayoría de normas tiene un rango amplio en la granulometría del agregado fino, sin embargo algunas organizaciones si poseen un rango mucho más estricto, muchas veces la granulometría del agregado fino depende del lugar de extracción.

Para nuestra investigación utilizamos la NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, para la realización del ensayo.

En el Perú la norma que nos indica la gradación del agregado fino es el NTP 400.037 AGREGADOS Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, la cual nos indica que la gradación del agregado fino será:

TABLA 6
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg.)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

FUENTE: Norma Técnica Peruana (NTP 400.037).

○ **MÓDULO DE FINEZA**

El módulo de fineza es la representación del tamaño promedio ponderado de la muestra. La norma ASTM C 125 lo incorpora en las regulaciones del agregado fino y se establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor que 2,3 ni mayor que 3.1 para poder ser más trabajables.

Se tiene en cuenta que no existe granulometría exacta pero se obtienen valores aproximados de la muestra con los que se puede obtener diseños de concreto óptimos.

El módulo de finura estima que los agregados que tiene un módulo de fineza entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

El módulo de fineza del agregado fino se considera al sumar los porcentajes retenidos acumulados de las mallas 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y la N° 100.

• **GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO**

La granulometría para los agregados gruesos que utilizaremos se encuentra en la NTP 400.037 AGREGADOS Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, y esta es según el huso a utilizar:

**TABLA 7
GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO**

HUSO	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 mm a 37,5mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 mm a 25,0mm (2 pulg a 1/2 pulg)				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 mm a 4,75mm (2 pulg a No. 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37,5 mm a 19,0mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)					100	90 a 100	20 a 55	0 a 5		0 a 5				
467	37,5 mm a 4,75mm (1 1/2 pulg a No. 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			

5	25 mm a 12,5mm (1 pulg a 1/2 pulg)						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25,0 mm a 9,5mm (1 pulg a 3/8 pulg)						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 mm a 4,75mm (1 pulg a No 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19 mm a 9,5mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19,0 mm a 4mm (3/4 pulg a No. 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12,5 mm a 4,75mm (1/2 pulg a N° 4)								100	90a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	12,5 mm a 9,5mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	4,75 mm 1,18mm (No. 4 a No. 16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 400.037).

Para el Perú el tamaño máximo nominal del agregado no debe ser superior a:

- 1/5 de la menor separación del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquete de barras, tendones o paquete de tendones.

Esto según el Capítulo 3 y sección 3.3.2 de la RNE 060 Concreto Armado.

Sin embargo se puede omitir estas limitaciones si se demuestra que el concreto se colocara sin generación de cangrejas o espacios vacíos y contara con la trabajabilidad adecuada.

- **GRANULOMETRIA COMBINADA**

Algunas veces se analiza el agregado en forma global como se va a presentar en el concreto, esto nos proporcionara un análisis más minucioso de como nuestros agregados actuaran dentro del concreto.

Como sabemos la granulometría ideal no existe en el campo, pero podemos acercarnos a ella, para eso debemos considerar el uso de agregados alternativos, combinación de agregados o tamizados especiales.

Según SHILSTONE, James M. (1990) "This ideal will seldom be possible. Most local aggregates can blended in such a way as to produce a uniform particle distribution when greater attention is paid to the composite than to individual stockpiles" (p.38).

La granulometría combinada se puede utilizar para controlar la trabajabilidad, retracción y otras propiedades del concreto.

FORMA Y TEXTURA DE LA SUPERFICIE DE LAS PARTICULAS

Estas propiedades de los agregados influyen más en el concreto en estado fresco que el concreto en estado endurecido, la textura más áspera y angular requerida en mayor cantidad de agua para lograr una mezcla con la trabajabilidad adecuada, además de eso requerían mayor cantidad de cemento para poder mantener la misma relación agua-cemento.

Otra de las desventajas de los agregados angulares o granulometría pobre es al momento de bombear pues será más dificultoso. Los agregados angulares son de mejor adherencia con la pasta de cemento y esto es de suma importancia cuando se requiere resistencia a la flexión y alta resistencia a la compresión, esto es un factor que debe considerarse al momento de elegir los agregados para la elaboración del concreto.

Uno de los factores sobre los cuales se recomienda tener control de la forma de las partículas de los agregados pues tenerlos de forma alargada y plana no es conveniente para la mezcla pues este tipo de agregados solicitarán un incremento en agua en la mezcla por eso se debe limitar hasta un 15% tanto en el agregado grueso y en el agregado fino obtenido por trituración.

ABSORCION Y HUMEDAD

La absorción y la humedad en nuestro país se determina de acuerdo a la normas NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso y la norma NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

La cantidad de agua que se utiliza para la mezcla de concreto se debe ajustar para las condiciones de humedad que presentan los agregados en el momento de la preparación de la mezcla de concreto, para así atender de manera precisa los requerimientos de agua de la mezcla.

Los agregados finos tienen niveles de absorción que varía del 0.2% al 4% y el agregado grueso varía desde 0.2% hasta 2%, el contenido de agua libre generalmente varía desde 0.5% al 2% para el agregado grueso, mientras que para el agregado fino es de 2% al 6%.

Hinchamiento o abultamiento: Es un fenómeno el cual genera que el agregado fino aumente de volumen con respecto a la masa seca, esto ocurre debido a que la tensión superficial del agua mantiene las partículas separadas. Este hinchamiento ocurre cuando el agregado fino es movido aun este haya estado previamente consolidado.

Hay que tener consideración de este fenómeno debido a que los agregados se entregan en condición húmeda, entonces debido a esto pueden ocurrir grandes variaciones en las cantidades de agregado fino utilizado si la dosificación se hace en volumen. Por lo tanto es para una buena práctica se debe dosificar en masa y con el ajuste de humedad.

PROPIEDADES DE HUMEDECIMIENTO Y SECADO

El intemperismo puede afectar a la durabilidad del agregado debido al humedecimiento y secado pues esto causa una contracción y expansión de las rocas, según sea el tipo de roca posee un coeficiente de contracción y expansión. En algunos agregados pueden ocurrir deformaciones elevadas si hay humedecimiento y secado recurrente y en otros puede haber una expansión permanente debido a la humedad y posteriormente una ruptura, es de importancia tener en consideración este fenómeno pues afecta directamente a la durabilidad del concreto.

ABRASION

Esta característica de los agregados se usa generalmente como índice de la calidad del mismo, esta es imprescindible cuando se utilizara un concreto sujeto a desgaste, tal es el caso de los pavimentos rígidos. La baja resistencia al desgaste de un agregado puede aumentar la cantidad de finos necesarios para la mezcla, por ende aumentar la cantidad de agua.

El ensayo usualmente utilizado para determinar la resistencia a la abrasión es el ensayo de los Ángeles (Método del tambor giratorio) ASTM C 131.

RESISTENCIA Y CONTRACCION

La resistencia del agregado generalmente no es ensayada esto debido a que no influye en la resistencia del concreto convencional. Sin embargo, la resistencia de los agregados es importante cuando se realiza concreto de alta resistencia, debido a que los niveles de esfuerzo generalmente son mayores en los agregados que en toda la sección del concreto.

Los agregados además tienen propiedades como compresibilidad, módulo de elasticidad, que son propiedades relacionadas con la humedad. Los agregados

con demasiada absorción pueden tener alta contracción por secado, la cual pueden afectar a la durabilidad del concreto.

PROCESAMIENTO DE AGREGADOS

El procesamiento de los agregados puede ser un procesamiento básico que es la trituración, tamizado y lavado para obtenerse la granulometría y limpieza adecuada.

También se puede utilizar procesos para mejorar la calidad de agregados a través de métodos de procesamiento, tales como separación por medio pesado, tamizado con agua, clasificación por corriente ascendente y trituración.

Muchos de estos procesos de mejoramiento de calidad y separación de materiales dañinos hace que se pierda material adecuado que puede ser utilizado para las mezclas de concreto, siendo difícil y costosa la remoción de estas partículas dañinas.

MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO DE LOS AGREGADOS

Los agregados se deben transportar y almacenar de manera que minimice la segregación y degradación, además se prevenga la contaminación con sustancias potencialmente perjudiciales, las pilas se deben colocar en capas finas de espesor para minimizar la segregación, el método más económico y aceptable es el de la formación de pilas de volteo con camión, que descarga el cargamento de manera que no se separe, después se recupera con el cargador frontal, el cargador tiene que remover porciones de los bordes de la parte inferior a la parte superior.

Si las circunstancias demandan la construcción de pilas cónicas, o si las pilas se han segregado, las variaciones de la granulometría se puede disminuir cuando se recupera la pila. En estos casos los agregados se deben cargar con un movimiento continuo alrededor de la pila para que se mezclen los tamaños de nuevo.

Los agregados triturados se segregan menos que los agregados redondeados y los agregados finos se segregan menos que los agregados gruesos.

Los agregados que han sido lavados se deben amontonar con anticipación suficiente para que se puedan drenar hasta tener una humedad uniforme, cuando el agregado fino seco se descarada el viento se pueda llevar los finos.

ADITIVOS PARA EL CONCRETO

Los aditivos para el concreto son aquellos elementos que no son ni el agregado, cemento o agua que se adiciona al concreto antes o durante el mezclado.

Como sabemos el concreto que va a ser utilizado debe ser trabajable, de fácil acabado, de buena resistencia, durable y resistente al desgaste. Estas características se pueden obtener fácilmente realizando la selección adecuada de los materiales utilizados.

Sin embargo las razones por las cuales se utiliza los aditivos son:

- Reducción de costo de producción del concreto.
- Obtención de ciertas propiedades específicas del concreto
- Mantenimiento de la calidad del concreto durante periodos de tiempo mayor o inferiores según sea el caso.
- Y superación de ciertas emergencias durante el mezclado, transporte o colocación del concreto en obra.

Sin embargo cabe mencionar que ningún aditivo usado en cualquier proporción sustituirá las buenas prácticas en la construcción.

Para nuestro país el aditivo que podamos usar en la construcción tiene que ser aprobado por la supervisión, esto según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E060 Concreto Armado, en el artículo 3.6.5, menciona “Los aditivos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, y reductores de agua y acelerantes, deben de cumplir con la NTP 334.088 o con “Standard Specification for Chemical Admixtures for Uses in Producing Flowing Concrete” (ASTM C 1017M)” (p.119).

En nuestro país se utiliza las siguientes normas para regular la calidad y componente de los aditivos.

- NTP 334.089 (Aditivos incorporadores de aire).

- NTP 334.088 (Aditivos reductores de agua, retardante, acelerante, reductores de agua y retardante y reductores de agua y acelerante).
- NTP 334.104 (Las cenizas volantes u otras puzolanas).
- NTP 334.156 (para el concreto que tenga cemento expansivo).

A continuación se describen los diferentes tipos de aditivos para el concreto:

Aditivos inclusores de aire:

Este tipo de aditivos se usan para incorporar burbujas microscópicas de aire en la mezcla de concreto, este tipo de aditivos mejora considerablemente la durabilidad de concreto en concretos expuestos a ciclos de hielo y deshielo, además también este tipo de aditivos mejora la resistencia del concreto a descascaramiento de la superficie del concreto causado por el uso de anticongelantes, otra de sus ventajas es el mejoramiento de la trabajabilidad del concreto en estado fresco y se reduce o se elimina la segregación y el sangrado.

El concreto preparado con este aditivo contiene diminutas burbujas de aire distribuidas uniformemente por toda la pasta de cemento. Para preparar este tipo de concreto se puede utilizar algún tipo de aditivo inclusor de aire.

Aditivos reductores de agua:

Estos aditivos se usan para disminuir la cantidad de agua en la mezcla de concreto y disminuir la relación de agua-cemento. Los reductores generalmente disminuyen el contenido de agua aproximadamente del 5% al 10%. Con aditivos reductores de agua usualmente se obtiene un aumento de resistencia porque se disminuye la relación agua-cemento, la resistencia a los 28 días de un concreto con el uso de este aditivo puede ser de 10% a 25% mayor al de un concreto sin aditivo. A pesar de la reducción del contenido de agua, los aditivos de agua pueden aumentar la retracción por secado.

El uso de reductores de agua para disminuir la cantidad de cemento y agua, manteniéndose la relación agua-cemento puede resultar a una resistencia igual a menor y pudiendo incrementar la pérdida de revenimiento del concreto en estado fresco.

Los reductores de agua disminuyen, aumentan o no tiene efecto sobre el sangrado dependiendo de su composición química, esto puede tener efectos en el acabado del concreto de superficies planas, estos aditivos se pueden modificar para ofrecer grados de atraso en el fraguado y otros no lo afectan.

La eficiencia de estos aditivos reductores de agua se basa en su composición química, de la temperatura del concreto y la composición del cemento.

- **Reductores de agua de medio rango.**

Estos aditivos favorecen una reducción significativa de la cantidad de agua entre 6% y 12%, para concretos de revenimiento entre 5 a 8 pulgadas, se puede usar estos aditivos reductores para reducir la viscosidad y facilitar el acabado, mejorar la bombeabilidad y facilitar la colocación de concreto.

- **Reductores de agua de alto rango**

Son aquellos aditivos que se pueden usar para dar las mismas propiedades obtenidas por los aditivos reductores de agua normales, pero con mayor eficiencia.

Estos aditivos pueden reducir grandemente la demanda de agua y el contenido de cemento en la mezcla y pueden producir concretos con baja relación de agua-cemento, alta resistencia y trabajabilidad normal.

La reducción aproximadamente es 12% a 30% con este tipo de aditivos, además de ser más eficientes en la mejoría de la trabajabilidad del concreto en estado fresco, la gran reducción de agua en la mezcla genera que disminuya considerablemente el sangrado, resultando en dificultades de acabados de superficie planas cuando hay secado rápido.

Algunos de estos aditivos pueden causar gran pérdida de revenimiento y también una gran retraso del tiempo de fraguado lo que puede generar fisuración por retracción plástica si no hay curado.

- **Superplastificante y plastificantes**

En algunos países tales como: E.E.U.U., México y Ecuador, se puede usar el término plastificante como sinónimo del término superplastificante; sin embargo

en otros países el término superplastificante hacen alusión a los reductores de agua de alto rango, mientras que los plastificantes hacen alusión a los reductores de agua convencionales.

Un concreto fluido es un concreto de consistencia bien fluida, pero trabajable y que se pueda colocar con poco o ninguna vibración y compactación, los aditivos reductores de agua de alto rango normalmente son más eficientes para producir concretos más fluidos que los aditivos reductores de agua regulares y de medio rango. El efecto de ciertos superplastificantes en el aumento de la trabajabilidad es corto más o menos de 30 a 60 minutos, y luego de eso sigue una pérdida rápida de trabajabilidad o revenimiento.

Estos aditivos están disponibles en forma de líquido o en polvo, por lo que son añadidos directamente en obra durante el mezclado del concreto.

Aditivo Retardante

Este tipo de aditivos se utilizan para retrasar el fragua de la mezcla de concreto, sin embargo existen otros métodos los cuales también pueden generar este efecto uno de ellos es reducir la temperatura de la mezcla de concreto a través del enfriamiento del agua o de los agregados, los aditivos retardante para el concreto no disminuyen la temperatura inicial pero aumenta la exudación del concreto.

Estos aditivos son útiles para extender el tiempo de fraguado del concreto pero también sirven para disminuir la pérdida de revenimiento y extender la trabajabilidad, especialmente en ambientes en donde sea alta la temperatura.

Cabe mencionar que el aditivo retardante también son usados para compensar el efecto acelerador de la temperatura del lugar de colocación del concreto, otro de sus usos es retardar la fragua inicial del concreto cuando habrá condiciones de colocación difíciles o poco usuales tales como concreto masivo o bombeo de concreto a grandes distancia y también para retrasar el fraguado para ejecutar técnicas de acabado especiales.

La reducción en la resistencia a edades tempranas debido a uso de aditivos retardantes se puede generar, así también estos aditivos pueden tener efectos

sobre otras propiedades del concreto tales como la retracción entre otras, por lo tanto es recomendable hacer ensayo de aceptación de los aditivos retardantes del concreto con los materiales de otras así como las condiciones a las cuales serán expuestos.

Aditivos Acelerantes

Los aditivos acelerantes se utilizan para acelerar la tasa de hidratación y el desarrollo de resistencia a edades tempranas. El desarrollo de resistencia a edades tempranas también se puede obtener utilizando otros métodos tales como usando cementos de alta resistencia inicial, bajando la relación agua cemento esto incrementando cantidad de cemento a la mezcla, usando un reductor de agua y curando el concreto a altas temperaturas.

El cloruro de Calcio es un compuesto químico más usado en los aditivos acelerantes especialmente en concretos sin armaduras, esto debido a que el uso de estos aditivos promueve el desarrollo de resistencia a edades tempranas y promueven el aumento de la contracción.

ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MEZCLAS

Los ensayos realizados para obtener y evaluar las propiedades de agregados fino y grueso hasta llegar a obtener el diseño de mezcla, fueron basados en el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, editado del mes de Mayo del 2016.

GRANULOMETRÍA

El objetivo de este ensayo es determinar la distribución de las partículas de agregados gruesos y finos por medio de una serie de tamices en una muestra seca de peso conocido.

Este ensayo se realiza para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas en los agregados utilizados en contraste de los parámetros exigidos en la norma técnica; así proporcionar los datos necesarios para la producción de los agregados.

La cantidad de material que pasa por el tamiz (N° 200) no se obtiene por este método, para determinar la cantidad de material pasante por la malla N° 200 se deberá recurrir al ensayo material fino que pasa por el tamiz (N° 200) (NTP 400.018, MTC E 202).

La norma que se utilizó para este ensayo será la Norma NTP 400.012: Análisis granulométrico de agregado fino, grueso y global.

EQUIPOS

- Balanzas, las cuales deben poseer las siguientes características.
 - Para agregado fino, con aproximación de 0.1 g y sensibilidad a 0.1 % de peso de la muestra que será ensayada.
 - Para agregado grueso, con aproximación a 0.5g y sensibilidad a 0.1% de peso de la muestra que será ensayada.
- Estufa: de un tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 C°.

HERRAMIENTAS

- Tamices: Son mallas gradadas, es decir con un tamaño de apertura determinado, estas serán según las especificación del material el cual va ser sometido al ensayo.

MUESTRA

Se debe obtener una muestra de agregado según la NTP 400.010 (MTC E 201), la cual nos indica el tamaño de muestra que deberá se obtenido en campo.

Mezclar la muestra y reducir mediante cuarteo manual o mecánico. El agregado debe estar bien mezclado y tener la suficiente humedad para evitar segregación y pérdida de finos. La muestra para ensayo debe tener la cantidad suficiente cuando este seca y ser el resultado de una reducción por cuarteo, no está permitido reducir a un peso exacto determinado.

Las cantidades de agregado necesario para los ensayos serán:

Agregado fino: Como mínimo después del secado deberá de ser 300 g.

Agregado grueso: La cantidad de muestrea de agregado grueso después del secado deberá ser de acuerdo a lo establecido en la tabla a continuación.

TABLA 8
CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA DE AGREGADO GRUESO

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL ABERTURA CUADRADA		CANTIDAD MINIMA DE MUESTRA DE ENSAYO
Mm	Pulgadas	Kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19	(3/4)	5
25	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50	(2)	20
63	(2 1/2)	35
75	(3)	60
90	(3 1/2)	100
100	(4)	150
125	(5)	300

FUENTE: Manual de ensayo de materiales, MTC.

Mezcla de agregados grueso y fino, la muestra deberá ser separada en dos tamaños, uno que será en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y será preparada según lo descrito anteriormente.

PROCEDIMIENTO

- Secar la muestra a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta obtener un peso constante.

Cuando se desee resultados rápidos, no es necesario secar el agregado grueso para el ensayo debido a que el resultado es poco afectado por el contenido de humedad salvo los siguientes:

- a) El tamaño Máximo nominal sea menor de 12 mm (1/2").
- b) El agredo grueso tenga una cantidad apreciable de finos que pasen el tamiz N° 4.
- c) El agregado grueso sea altamente absorbente.

- d) Las muestras se pueden secar en planchas calientes sin que afecten resultados, si se mantiene bien ventilados para que el vapor no generen presiones suficientes para fracturar las partículas y temperaturas no sean muy altas para causar rompimiento químico.
- Seleccionar la serie de tamices de acuerdo a las especificaciones del material a ensayar. Se encajan los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura y colocar la muestra en la parte superior, se puede efectuar el tamizado de forma manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un periodo adecuado.
 - Limitar la cantidad de material en un tamiz determinado, de forma que todas las partículas puedan alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación de tamizado.

Para tamices de (N° 4) a mayores, la cantidad retenida en kg por superficie tamizada no excederá el producto de 2.5 por la abertura del tamiz (mm).

En ningún caso, la cantidad retenida debe ser mayor de modo que cause deformación permanente en la malla.

- Prevenir la sobrecarga de material sobre tamiz individual colocando un tamiz adicional con abertura intermedia entre el tamiz que va a ser sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior en la posición original de tamices, separando la muestra en dos o más porciones y tamizando cada porción.
- Continuar con el tamizado por un periodo suficiente, de tal manera que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenido en cada tamiz, durante un minuto de tamizado manual como sigue, sostener individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo bien ajustado, con la mano en una posición ligeramente inclinada, golpear el filo del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada en cada intervalos de 25 golpes. Se considera satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz (N° 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una

capa simple de partículas. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, utilizar el tamiz 8" de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

- En el caso de mezclas de agregados finos y gruesos, la porción de muestra más fina que es menor que el tamiz (N° 4) puede distribuirse en dos o más juegos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.
- Para partículas mayores de 3" el tamizado debe realizarse a mano, determinando cual es la abertura del tamiz más pequeño por el cual pasa la partícula
- Determinar el peso retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla con las características determinadas al inicio.

El peso del material después del tamizado debe ser verificado con el peso original de la muestra ensayada. Si el peso difiere en más de 3% del peso original seco el resultado no debe ser usado con fines de aceptación.

- Si la muestra fue ensayada previamente por el método para hallar la cantidad de material pasante de la malla N° 200 MTC E 202 se debe adicionar esta cantidad de material.

CÁLCULOS

- Se debe calcular el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, porcentaje sobre cada tamiz con aproximación de 0.1% sobre la base del peso total de la muestra inicial. Si la muestra fue previamente ensayada por el método MTC E 202, se deberá incluir el peso del material más fino que el tamiz N° 200 por lavado para los cálculos del tamizado, y usar el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado como base para calcular todos los porcentajes
- Cuando sea requerido calcular el módulo de fineza, sumando los porcentajes retenidos acumulados en cada uno de los siguientes tamices y dividiendo la suma entre 100: (N° 100), (N° 50), (N° 30), (N° 16), (N° 8), (N° 4), (3/8"), (1 1/2"); y mayores, incrementando en relación de 2 a 1.

INFORME

El informe debe incluir:

- Porcentaje del material que pasa por cada tamiz.
- Porcentaje retenido de cada tamiza
- Porcentaje del material retenido entre 2 tamices consecutivos.
- Reportar porcentajes en números enteros, excepto si el porcentaje que pasa el tamiz N° 200 es menor de 10%, entonces se aproxima al 0.1% más cercano.
- Cuando se necesite se deberá reportar el módulo de fineza con aproximación al 0.01.

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS

Estos ensayos sirven para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas del agregado fino.

El peso específico, llamado también gravedad específica es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en algunas mezclas, incluyendo la mezcla de concreto, concreto bituminoso y otras mezclas que son analizadas en base al volumen. También es usado en el cálculo de vacíos en el agregado.

El peso específico aparente y peso específico relativo aparente atañen al material sólido de partículas constituyentes que no incluyen los espacios porosos dentro de ellos en los cuales ingresa en agua. Este valor muy usado en la tecnología de agregados de construcción.

El valor de absorción es usado para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida entre los espacios de los poros entre las partículas, comparado a la condición seca, cuando es estimado que el agregado ha estado en contacto con el agua lo suficiente para que satisfacer la absorción potencial.

Se calculan estos valores a fin de poder usarlos tanto en el cálculo y corrección de mezclas, como en control de uniformidad de las características físicas.

Este ensayo no es aplicable en los agregados ligeros por cuanto la inmersión en agua por 24 horas no asegura que los poros se llenen completamente, lo cual es un requisito necesario para poder aplicar el ensayo correctamente.

Este ensayo está basado en la Norma NTP 400.022 Peso Específico y absorción del agregado fino.

EQUIPOS

- Balanza, tiene que tener la capacidad mínima de 1000 g o más y una sensibilidad de 0.1 g.
- Estufa, esta debe tener la capacidad de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

HERRAMIENTAS

- Frasco volumétrico de 500 cm³ el cual debe estar calibrado hasta 0.1 cm³ a 20 °C.
- Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.

MUESTRA

La muestra del agregado debe estar de acuerdo con la norma MTC E 201 o ASTM D 75, mezclar uniformemente y reducir por cuarte hasta obtener un espécimen de aproximadamente 1 kg.

Este agregado fino obtenido por cuarteo y secado a peso constante a una temperatura de 100 ± 5 °C en un recipiente y cubrir con agua dejando reposar durante 24 horas. Verter el exceso de agua y luego en una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio extender el agregado fino, removiendo frecuentemente para un secado uniforme, esto se realizará hasta que las partículas no se adhieran marcadamente entre sí. Colocar en el molde cónico y golpear la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y

levantar luego el molde cónico. Si existe humedad libre el cono de agregado fino mantiene su forma, si es así se debe seguir secando, revolver constantemente y probar hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, lo que indica que el agregado fino ya se encuentra húmedo superficialmente seco.

PROCEDIMIENTO

- En un frasco de muestra introducir 500 g de material preparado, llenar parcialmente con agua a 23 ± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³, agitar el frasco y luego se procede a eliminar las burbujas de aire de manera manual o mecánicamente.
- Manualmente rodar, invertir y agitar el frasco para eliminar todas las burbujas de aire, cerca de 15 a 20 minutos son normalmente requeridos para eliminar las burbujas de aire por método manual.
- Mecánicamente se extrae las burbujas de aire por medio de vibración externa pero teniendo el cuidado
- Después de eliminar las burbujas de aire, se debe ajustar la temperatura del frasco y su contenido a 23 ± 2 °C y llenar el frasco hasta la capacidad calibrada.
- Determinar el peso total del frasco más el espécimen más el agua.
- Remover el agregado fino del frasco, secar en la estufa hasta que el peso sea constante a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Enfriar la muestra a temperatura ambiente por al menos ½ hora a 1 ½ hora.
- Determinar el peso de la muestra luego se ser enfriada.

CALCULOS

Peso específico de masa (Pe_m):

$$Pe_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} * 100$$

Donde:

Pe_m = Peso específico de masa

W_0 = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g

V = Volumen del frasco en cm³

V_a = Peso en gramos o volumen en cm^3 de agua añadida al frasco.

Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

Peso específico aparente (Pe_a)

$$Pe_n = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} * 100$$

Absorción (Ab)

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} * 100$$

INFORME

Se debe informar el resultado del peso específico con aproximación a 0.01 e indicar el tipo de peso específico, ya sea de masa saturado con superficialmente seco o aparente.

Así también se informara del resultado de absorción con aproximación 0.1 %.

PESO ESPECÍFICO DE MASA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Se establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, peso específico saturado superficialmente seco, peso específico aparente y la absorción después de 24 horas sumergido en agua el agregado grueso, este método no es aplicable para agregados ligeros.

El agregado grueso se debe sumergir por 24 horas para llenar los poros, luego de esto se retira del agua, se seca la superficie de las partículas y se pesa, posteriormente la misma muestra. Se pesa mientras es sumergida en agua. Finalmente se seca al horno la muestra y se vuelve a pesar, usando estos datos es posible calcular los tres tipos de pesos específicos y la absorción.

Este ensayo está basado en la Norma NTP 400.021 Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

EQUIPOS

- Balanza: Sensibilidad a los 0.5 g y con capacidad de 5000 g o más, esta balanza debe estar equipada con un dispositivo capaz de suspender la

muestra en la cesta de malla de alambre en un recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado.

- Cesta con malla de alambra: con aberturas correspondientes al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente con ancho y altura, el cual puede contener de 4 a 7 litros para los tamaños máximos nominales de 1 ½" o menos, y un cesto mayor si los tamaños máximos nominales son mayores. El cesto para este ensayo debe estar construido de forma que no exista aire atrapado de por medio cuando se pese la muestra sumergida.
- Depósito de agua: Deberá ser un depósito de agua estancada, y con la abertura superior capaz de permitir el ingreso completo y holgado de la cesta de alambre y el dispositivo que se suspende desde la balanza.
- Tamices: Un tamiza normalizado de tamaño de abertura (N° 4) o de otros tamaños como sean necesarios, de acuerdo a la NTP 350.001.
- Estufa: Capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

MUESTRA

Se seleccionará la muestra según el método operático MTC E 201 o ASTM D 75.

Se mezcla la muestra hasta reducirla aproximadamente a la cantidad necesaria usando el procedimiento descrito en la ASTM C 702. Descartar todo el material que pase el tamiz N° 4 por tamizado seco y luego lavar el material para remover el polvo e impurezas presentes. Si el agregado grueso contiene cantidades importantes de material más fino que el tamiz N° 4 se usara el tamiz N° 8 en vez del tamiz (N° 4). Alternativamente, separar el material más fino que el tamiz N° 4 y ensayarlo según el Método E 205.

El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la Tabla N° 8 Cantidad mínima de muestra de agregado grueso.

PROCEDIMIENTO

- Se debe secar la muestra a una temperatura de 110 ± 5 °C, posteriormente ventilar para que se pueda enfriar a temperatura ambiente de 1 a 3 horas para muestras de tamaño máximo nominal de 1 ½" o mayores hasta que el agregado tenga temperatura cómoda al tacto.

- Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de 24 ± 4 horas.
- Para el ensayo del agregado grueso de tamaños máximos nominales superiores, sería adecuado poder realizar el ensayo en dos o más submuestras y estos valores deberán ser combinados en gabinete.
- Cuando los valores de peso específico y absorción va a ser usados en dosificación de mezclas de concreto, en donde los agregados van a ser usado en su condición natural de humedad, el requerimiento inicial del secado a peso constante puede ser eliminado, y si las superficies de partícula a ser mantenidas continuamente húmedas antes del ensayo, el remojo por 24 horas puede ser eliminado.
- Remover la muestra de agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Secar separadamente los fragmentos más grandes, se debe tener cuida con la evaporación durante el secado de superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo condición de saturación superficialmente seco. Se determina este y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 g o al 0.50 % del peso de la muestra.
- Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada superficialmente seca en la cesta de alambre y se determinara su peso en agua a una temperatura entre $23 \text{ °C} \pm 1.7 \text{ °C}$, densidad $997 \pm 2 \text{ kg/m}^3$. Se deberá tener cuidado de remover el aire que pueda estar atrapado antes del pesado, para eso se debe sacudir el recipiente a la vez que se va sumergiendo.
- Se seca la muestra hasta que presente un peso constante, a una temperatura entre $100 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómodo al tacto.

CALCULOS

Peso Específico:

- **Peso Específico de masa (Pem)**

$$P_{em} = A / ((B - C)) * 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso Específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$P_{eSSS} = B / ((B - C)) * 100$$

- **Peso Específico Aparente (Pea)**

$$P_{ea} = A / ((A - C)) * 100$$

- **Absorción (Ab)**

$$A_b (\%) = ((B - A)) / A * 100$$

INFORME

Informa el resultado de los pesos específicos con aproximación a 0.10 e indicar el tipo de peso específico sobre el cual se está informando, ya sea de masa, saturado superficialmente seco o aparente.

Informar el resultado de absorción con aproximación al 0.1 %.

DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA MUESTRA DE AGREGADOS

Se establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad en la muestra obtenida.

La humedad o contenido de humedad de una muestra es una relación expresada como porcentaje de peso de agua en una masa dada de muestra, al peso de las partículas sólidas.

Este método determina el peso de agua eliminada secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. EL peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. El peso perdido debido al secado es considerado como el peso del agua.

Este ensayo está basado en la NTP 330.127 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

EQUIPOS

- Horno de secado, este debe estar termostáticamente controlado, que sea capaz de una mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Balanzas, de capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:
 - De 0.01 g para muestras de menos de 200 g.
 - De 0.1 g para muestras de más de 200 g.

HERRAMIENTAS

- Recipientes, estos deben ser apropiadamente fabricados de material resistente a la corrosión y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de Ph variables y a la limpieza.
- Los recipientes deben tener tapas y ser herméticos antes de la primera pesada para evitar la pérdida de humedad y prevenir la absorción de humedad de la atmosfera, se usa tanto antes y después del secado del material.
- Utensilios para manipulación de recipientes, se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que hayan secado.
- Otros utensilios, se requiere empleado de cuchillo, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

MUESTRA

Las muestras deben ser preservadas y transportadas de tal manera que antes de ser ensayada se deberán estar en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura aproximada entre 3 y 30°C y en un área donde se prevenga el contacto directo con la luz solar.

La determinación del contenido de humedad se realiza tan pronto como sea posible después de obtención de la muestra, especialmente si se emplea contenedores corrosibles.

PROCEDIMIENTO

ESPÉCIMEN DEL ENSAYO

- La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

TABLA 9

MASA MINIMA RECOMENDADA DE ESPECIMEN DE ENSAYO HUMEDO PARA CONTENIDOS DE HUMEDAD

MÁXIMO TAMAÑO DE PARTÍCULA (PASA EL 100%)	TAMAÑO DE MALLA ESTÁNDAR	MASA MÍNIMA RECOMENDADA DE ESPÉCIMEN DE ENSAYO HÚMEDO PARA CONTENIDOS DE HUMEDAD REPORTADOS	
		a ± 0.1 %	a ± 1 %
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g *
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g *
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050 mm (3/4")	2.5 Kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1 1/2")	10 Kg	1 Kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 Kg	5 Kg
Nota.- * Se usara no menos de 20 g para que sea representativa.			

FUENTE: *Manuel de materiales - MTC*

- El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en la tabla anterior requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con esos requisitos.
- Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo, Sin embargo en el reporte de resultados se menciona y anota el material descartado.
- Para aquellas muestras con consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra

representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, el contenedor y la balanza utilizada, para facilitar el secado a peso constante.

SELECCIÓN DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

- Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se selecciona el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra.
- Para las muestras alteradas como las devastadas, en bolsas y otras el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos:
 - Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativo de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
 - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho o alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material.
 - Si no es posible apilar el material, se toma tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representan en ubicaciones aleatorias que representarían mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.

PROCEDIMIENTO

- Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco.
- Seleccionar especímenes de ensayo representativa de acuerdo a la Tabla 9.

- Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza seleccionada de acuerdo al peso del espécimen.
 - Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores y las tapas si se usan, deben estar enumerados y deberían registrar los números de los contenedores en los formatos del laboratorio.
 - Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que posean una gran área superficial.
- Remover la tapa (si se usó) y colocar el material en el horno, secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en horno a unos a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener el peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, además de otros factores.
- Luego de material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno y se colocara la tapa si se usó. Se permitirá el enfriamiento del material y de los contenedores a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno y usando la misma balanza que se usó para pesar la muestra húmeda. Las tapas de los contenedores se usara cuando se presuma que el espécimen este absorbiendo humedad del aire antes de la determinación del peso seco.

CÁLCULOS

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} * 100$$

Donde:

W = es el contenido de humedad (%).

M_{CWS} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo en gramos.

M_{CS} = es el peso de contenedor más el suelo secado al horno en gramos.

M_C = es el peso de contenedor en gramos.

M_W = es el peso del agua en gramos.

M_S = es el peso de las partículas sólidas en gramos.

INFORME

El informe deberá contener:

- La identificación de la muestra ensayada, tal como número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- El comedido de agua ensayada con aproximación al 1 % o al 0.1 % como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada.
- Indicar si el peso de la muestra es menor a lo especificación en la tabla.
- Indicar el método desecado si es diferente al secado en horno a 110 ± 5 °C
- Indicar si algún material se excluyó.

PESO UNITARIO Y VACÍOS (PUC, PUS Y % VACIOS)

Este ensayo se realiza para determinar el peso unitario suelto y compactado, así como los porcentajes de vacíos de los agregados finos, gruesos y las mezclas de estos, que utilizaremos para el diseño de mezcla.

Este método se aplica a agregados los cuales pueden tener hasta un de tamaño máximo nominal de 6”.

Este ensayo también se utiliza para determinar la relación masa/volumen para conversiones en acuerdos de compra donde se desconoce la relación entre el grado de compactación de agregado en una unidad de transporte o depósito de almacenamiento (que usualmente contiene humedad superficial absorbida).

La norma en la cual está basada este ensayo es la NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y vacío de los agregados.

EQUIPOS

- Balanza: con exactitud de 0.1% con respecto al peso del material usado.

INSTRUMENTOS

- Recipiente de medida, metálico, cilíndrico, preferiblemente provisto de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, para no deformarse bajo condiciones duras de trabajo, los recipientes deben tener una altura aproximadamente igual al diámetro y en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro. La capacidad del recipiente utilizado en el ensayo, depende del tamaño máximo de las partículas del agregado a ensayar, de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 10
CAPACIDAD DE RECIPIENTES DE MEDIDA

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL ABERTURA CUADRADA		CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA DE ENSAYO	
Mm	(pulg)	L (m ³)	Pie ³
12,5	½	2,8 (0,0028)	1/10
25,0	1	9,3 (0,0093)	1/3
37,5	1 ½	14,0 (0,014)	1/2
75,0	3	28,0 (0,028)	1
112,0	4 ½	70,0 (0,070)	2 1/2
150,0	6	100,0 (0,100)	3 1/2

FUENTE: *Manual Ensayo - MTC*

- Equipo de calibración: Una plancha de vidrio de por lo menos (1/4”) de espesor y 1” mayor que el diámetro del recipiente a calibrar.

- Varilla compactadora, de acero cilíndrica de 16 mm de diámetro con una longitud de 600 mm (24"), un extremo debe ser semiesférico y de 8 mm de radio (5/16").
- Pala de mano: con capacidad suficiente para llenar el recipiente con el agregado.

MUESTRA

Obtener la muestra de acuerdo a MTC E 201 y reducir muestra por cuarteo.

La muestra del ensayo deberá ser aproximadamente de 125 a 200 % de la cantidad requerida para llenar el recipiente de medida y ser manipulada sin segregación, la muestra deberá estar secada al horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que el peso sea constante.

PROCEDIMIENTO

- Llenar el recipiente de medida con agua a temperatura ambiente y cubrir con la placa de vidrio para eliminar burbujas y exceso de agua.
- Determinar el peso del agua en el recipiente de medida
- Medir la temperatura de agua y determinar densidad, y si fuese el caso interpolar.
- Calcular el volumen (V) del recipiente de medida se realiza por lo menos una vez al año, o cuando exista razón para dudar de la exactitud de calibración.

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO

- Procedimiento con pala: el recipiente de medida se llena con una pala o cuchara, que descarga el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2") hasta que rebose el recipiente.
- Eliminar el agregado sobrante con una regla.
- Determinar el peso del recipiente de medida más el contenido y el peso del recipiente, se deberá registrar los peso con aproximación de 0.05 Kg.

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO.

- Procedimiento de apisonado: para agregados de tamaño máximo nominal de 1 ½ o menos.
- Llenar la tercera parte del recipiente con agregado, y emparejar la superficie con los dedos, luego apisonar la capa con 25 golpes de la varilla, los golpes deben estar distribuidos de forma uniforme, se utilizara el extremo semiesférico de la varilla, llenar las 2/3 parte del recipiente, volviendo emparejar la superficie y apisonar como anteriormente se describe, y finalmente llenar el recipiente hasta colmarlo y apisonar otra vez.
- Se debe tener las siguientes consideraciones, al apisonar la primera capa se debe evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente usado, y al apisonar las capas posteriores se debe aplicar la fuerza necesaria para que la varilla atravesase solo la respectiva capa.
- Una vez colmado el recipiente enrasar la superficie con la varilla, usándola como regla, determinar el peso del recipiente lleno y el peso del recipiente solo y se deberá registrar los pesos con aproximación de 0.05 kg.
- Procedimiento de percusión, se utiliza para agregados de tamaño máximo nominal de 1 ½" y 6".
- Llenar el recipiente con el agregado en tres capas de igual volumen aproximadamente cada una de estas capas se compacta colocando el recipiente que contiene el agregado sobre una base firme luego se inclina hasta que el borde opuesto al punto de apoyo se encuentre a 2" de la base. Luego dejar caer lo que generara un golpe seco, luego repetir la operación por 50 ciclos para cada capa, 25 veces por cada extremo.
- Compactará la última capa, se enrasar la superficie del agregado con una regla de modo que las partes salientes compensen con las depresiones en relación el plano de enrase y luego se procederá a efectuar la determinación del peso de recipiente lleno y peso del recipiente.

CALCULOS

Peso Unitario (Suelto y Compactado)

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$
$$M = (G - T) * F$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en Kg/m³.

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T = Peso del recipiente de medida en Kg.

V = Volumen del recipiente de medida en m³.

F = Factor del recipiente de medida en m⁻³.

EL peso unitario determinado por este ensayo es para el agregado seco. Si desea calcular el peso unitario en condición de satura con superficie seca (SS), utilizando el procedimiento descrito en este método, se podrá utilizar la siguiente ecuación:

$$M_{SSS} = M * [1 + (G - T) * F]$$

Donde:

M_{SSS} = Peso unitario en la condición saturado.

A = Porcentaje de absorción determinado según el ensayo MTC E 205 o 206.

Contenido de Vacíos en los Agregados: Se calcula el porcentaje de vacíos según la fórmula:

$$\% \text{ Vacios} = \frac{(A * W) - B}{A * W}$$

Donde:

A = Peso específico aparente según los procedimientos MTC E 205.

B = Peso unitario de los agregados en kg / m³.

W = Densidad del agua 998 Kg/m³.

INFORME

- Se deberá de informar del peso unitario con aproximación de 10 Kg/m³.
- Peso unitario compactado por apisonado o percusión.
- Peso unitario suelto.

- Se deberá de informar acerca de los contenidos de vacíos con aproximación de 1%.
- % de vacíos en el agregado compactado por apisonado o percusión
- % de vacíos en el agregado suelto.

DISEÑO Y PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO

El diseño de mezclas de concreto se puede realizar por distintos métodos, los cuales han sido probados y ensayados.

Los diseños de mezcla de concreto son aproximados debido a que no se puede obtener la caracterización de agregados exacta. La caracterización de agregados es un aproximado por tanteo de la muestra que nos permite conocer las propiedades del agregado aproximados.

Existen distintos métodos para proporcionar las mezclas de concreto y dependiendo de los autores y su metodología existen correcciones por agregado, correcciones por agua, correcciones por asentamiento, correcciones por cemento, entre otros.

A continuación presentamos la metodología de diseño del método ACI, Walker, Fuller y Módulo de Fineza.

Cabe mencionar que estos no son los únicos métodos de diseño de concreto que existen, pero son los más utilizados en esta región.

MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLA

MÉTODO DE DISEÑO ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)

Este método de diseño es aplicable para concretos de peso normal y de acuerdo a las condiciones que nos brinda las tablas de diseño ACI.

El método de diseño ACI es un método empírico el cual ha sido producto de la experimentación y de la gran cantidad de información recopilada al largo del tiempo. Según BOLIVAR, O. (1987) "Es un método empírico cuyos resultados han sido confirmados por una amplia información experimental" (p.1).

Las limitaciones que posee este método son: se limita a la fabricación de concretos con 2 agregados uno fino y uno grueso, para poder utilizar las tablas

que nos brinda el método de diseño ACI y se tiene que tener en cuenta los requisitos solicitados del concreto para su diseño los cuales son: Trabajabilidad, resistencia y durabilidad.

Según BOLIVAR, O. (1987) “Antes de 1900 solo se utilizaban para la confección del concreto, proporciones preestablecidas empíricamente... Esto era permitido para esa época ya que la calidad del concreto era poco controlada” (p.4).

Como bien sabemos hoy en día es necesario controlar la calidad del concreto que vayamos a utilizar según sea el caso que se requiera, además de esto poseemos las herramientas para poder desarrollar un adecuado diseño y evaluación del concreto antes de ser colocado en obra.

Para desarrollar este método se realiza la siguiente secuencia de diseño:

PASO 1: Se elige el Slump (revenimiento) teniendo consideración el tipo de estructura en el cual se colocará el concreto, pues debido a esto se deberá seleccionar adecuadamente el slump, para esto se utiliza una tabla proporcionada por el ACI 211.1-91

TABLA 11
RECOMMENDED SLUMPS FOR VARIOUS TYPES OF CONSTRUCTION (SI)

TYPES OF CONSTRUCTION	SLUMP, MM	
	MAXIMUN*	MINIMUN
Reinforced foundation walls and footings	75	25
Plain footing, caissons, and substructure walls	75	25
Beams and reinforced walls	100	25
Building columns	100	25
Pavements and slabs	75	25
Mass Concrete	75	25

* May be increased 25 mm for methods of consolidation other than vibration

FUENTE: *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, (ACI 211-91)*

PASO 2: Selección del tamaño máximo nominal esto viene a estar determinado según la granulometría del agregado grueso a utilizar, para nuestro caso será piedra de ¾” como agregado grueso para la preparación de la mezcla de concreto.

PASO 3: Se estima la cantidad de agua requerida para la mezcla esto según Tablas proporcionadas por el ACI (211.1-91).

TABLA 12
APPROXIMATE MIXING WATER AND AIR CONTENT REQUIREMENTS FOR DIFFERENT SLUMPS AND NOMINAL MAXIMUM SIZES OF AGGREGATES (SI)

SLUMP, mm	9.5*	12.5*	19*	25*	37.5"	50†*	75†‡	150†‡
Non-air-entrained								
25 to 50 mm	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100 mm	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	-----
Approximate amount of entrapped air non concrete, Percents	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-entrained concrete								
25 to 50 mm	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100 mm	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	----
Recommended average total air								

content, percent for level of exposure								
Mild exposure	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5**††	1.0**††
Moderate exposure	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5**††	3.0**††
Extreme exposure	7.5	7	6	6	6	5	4.5**††	4.0**††

* The quantities of mixing water given for air-entrained concrete are based on typical total air content requirements as shown for "moderate exposure" in the Table above. These quantities of mixing water are for use in computing cement contents for trial batches at 20 to 25 C. They are maximum for reasonably well-shaped angular aggregates graded within limits of accepted specifications. Rounded coarse aggregate will generally require 18 kg less water for non-air-entrained and 15 kg less for air-entrained concretes. The use of water-reducing chemical admixtures, ASTM C 494, may also reduce mixing water by 5 percent or more. The volume of the liquid admixtures is included as part of the total volume of mixing water.

† The slumps values for concrete containing aggregate larger than 40mm are based on slump tests made after removal of particles larger than 40mm by wet-screening.

‡ These quantities of mixing water are for use in computing cement factor for trials batches when 75 mm or 150 mm normal maximum size aggregate is used. They average for reasonably well-shaped coarse aggregates, well-graded from course to fine.

§ Additional recommendations for air-content and necessary tolerances on air-content for control in the field are given in a number of ACI documents, including ACI 201, 345, 318, 301, and 302. ASTM C 94 for ready-mixed concrete also gives air content limits. The requirements in the other documents may not always agree exactly so in proportioning concrete consideration must be given to selecting an air content that will meet the needs of the job and also meet the applicable specifications.

**For concrete containing large aggregates which will be wet-screened over the 40 mm sieve prior to testing for air content as a percentage of air expected in the 40 mm minus material should be as tabulated in the 40 mm column. However, initial proportioning calculations should include the air contents as a percent of the whole.

†† When using large aggregate in low cement factor concrete, air entrainment need not be detrimental to strength. In most cases mixing water requirements is reduced sufficiently to improve the water-cement ratio and to thus compensate for the strength reducing effect of entrained air concrete. Generally, therefore, for these large nominal maximum sizes of aggregate, air contents recommended for extreme exposure should be considered even though there may be little or no exposure to moisture and freezing.

‡‡ These values are based on the criteria that 9 percent air is needed in the mortar phase of the concrete. If the mortar volume will be substantially different from that determined in this

recommended practice, it may be desirable to calculate the needed air content by taking 9 percent of the actual mortar volume.

FUENTE: *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, (ACI 211-91)*

PASO 4: Se selecciona la relación agua cemento, la relación puede ser determinada por los requisitos de durabilidad o resistencia según Tablas proporcionadas por el ACI (211.1-91).

TABLA 13
RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI)

COMPRESSIVE STRENGTH AT 28 DAYS, MPA*	WATER-CEMENT RATIO, BY MASS	
	NON-AIR-ENTRAINED CONCRETE	AIR-ENTRAINED CONCRETE
40	0.42	----
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.6
15	0.79	0.7

**Values are estimated average strengths for concrete containing not more than 2 percent air for non-air-entrained concrete and 6 percent total air content for air-entrained concrete. For a constant water-cement ratio, the strength of concrete is reduced as the air content is increased.*

Strength is based on 152 x 305 mm cylinders moist-cured for 28 days in accordance with the sections on "Initial Curing" and "Curing of Cylinders for Checking the Adequacy of Laboratory Mixture Proportions for Strength or as the Basis for Acceptance or for Quality Control" of ASTM Method C 31 for Making and Curing Concrete Specimens in the Field. These are cylinders cured moist at 23 ± 1.7 C prior to testing.

The relationship in this Table assumes a nominal maximum aggregate size of about 19 to 25 mm. For given source of aggregate, strength produced at a given water-cement ratio will increase as nominal maximum size of aggregate decreases, see Sections 3.4 and 5.3.2.

FUENTE: *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, (ACI 211-91)*

PASO 5: Se calcula la cantidad de cemento contenido dentro de la mezcla.

Esto se calcula mediante una fórmula en donde interviene la relación Agua-cemento obtenida mediante la tabla presentada y el contenido de agua de la mezcla obtenida en relación al tamaño máximo nominal del concreto y el revenimiento estimado.

$$\text{Cantidad de Cemento} = \frac{\text{Agua obtenida mediante tablas}}{\text{Relacion Agua - cemento}}$$

PASO 6: Se determina la cantidad del agregado grueso según la tablas presentadas en el ACI 211.1-91, este valor obtenido de la tabla se debe multiplicar por el peso unitario compactado y así se obtiene el peso del agregado grueso por metro cubico del concreto.

TABLA 14
VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)

NOMINAL MAXIMUN SIZE OF AGGREGATE, MM	VOLUMEN OF DRY-RODDED COARSE AGGREGATE* PER UNIT VOLUME OF CONCRETE FOR DIFFERENT FINENESS MODULIT OF FINE AGGREGATE			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

* Volumes are bases on aggregates in dry-rodded condition as describe in ASTM C 29.

These volumes are selected form empirical relationships to produce concrete with a degree of a workability suitable for usual reinforced construction. Fore less workable concrete such as required for concrete pavement construction they may be increased about 10 percent. For more

workable concrete, such as may sometimes be required when placement is to be by pumping, they may be reduced up to percent.

†See ASTM Method 136 for calculation of fineness modulus

FUENTE: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, (ACI 211-91)

PASO 7: Se estima la cantidad de agregado fino del concreto. Se realiza mediante un cálculo por peso teniendo en cuenta un peso inicial aproximado del concreto según su tamaño máximo nominal del mismo y así mismo se realiza este cálculo mediante el volumen de los componentes del concreto para hallar el volumen de un metro cubico del mismo. Para calcular el peso inicial por unidad de volumen del concreto se usa la siguiente tabla:

TABLA 15
VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)

NOMINAL MAXIMUN SIZE OF AGGREGATE, mm	FIRTS ESTIMATE OF CONCRETE UNIT MASS, Kg/m³*	
	Non-air- entrained concrete	Air- entrained concrete
9.5	2280	2200
12.5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37.5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

*Values calculated by Eq. (A1.5.3.7) for concrete of medium richness (330 kg of cement per m³) and medium slumps with aggregate specific gravity of 2.7. Water requirements based on values for 75 to 100 mm slump in Table A1.5.3.3. If desired, available: for each 5 Kg difference in mixing water from the Table A1.5.3.3 value for 20 kg difference in cement content from 330 kg, correct the mass per m³ in the same direction; for each 0.1 by wich aggregate specific gravity deviates from 2.7, air content for severe exposure from Table A.1.5.3.3 was used. The mass can be increased 1 percent for each percent reduction in air content from that amount.

FUENTE: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, (ACI 211-91).

Así también se realiza un cálculo por unidad de volumen teniendo en cuenta el volumen absoluto que es 1 m³ y los volúmenes del cemento, agregado grueso agua y aire, obtenido por los cálculos previamente realizados.

Al metro cúbico total de asumido se le descuenta el volumen acumulado de los demás componentes de la mezcla de concreto y el resultado obtenido será el volumen del agregado fino requerido.

PASO 8: Luego se estima nuevamente la cantidad de agregado tanto fino como grueso haciendo un reajuste por la humedad que el agregado posee calculando un nuevo peso para la dosificación de la mezcla. Se realiza según las siguientes formulas:

Ag. Grueso (humedo)

$$= \text{Ag. Grueso (obtenido de calculo)} \times \left(1 + \frac{\text{Humedad Ag. Grueso}}{100}\right)$$

$$\text{Ag. Fino (humedo)} = \text{Ag. Fino (obtenido de calculo)} \times \left(1 + \frac{\text{Humedad Ag. Fino}}{100}\right)$$

Luego se calcula la nueva cantidad de agua de la mezcla, restando a la absorción la humedad de los agregados, ambas obtenidas en el laboratorio producto del resultado de los ensayos.

Agua libre Ag. Grueso

$$= (\text{Absorcion Ag. grueso} - \% \text{ de Humedad}) \\ * \text{Ag. Grueso (obtenido de calculo)}$$

Agua libre Ag. Fino

$$= (\text{Absorcion Ag. Fino} - \% \text{ de Humedad}) \\ * \text{Ag. Fino (obtenido de calculo)}$$

$$\text{Agua obtenida de cálculo} - \text{Agua libre Ag. Grueso} - \text{Agua libre Ag. Fino} \\ = \text{Agua reajustada para mezcla}$$

Así se obtiene los nuevos pesos y volúmenes para la dosificación de la mezcla.

PASO 9: Se realiza los ajustes del diseño de prueba en el laboratorio, tratando de acercarse a los parámetros seleccionados durante el diseño de mezcla, se realiza la corrección por humedad del agregado y de ser el caso se aplica

factores de corrección según sea la necesidad de la mezcla, existen correcciones si la mezcla se halla sobre gravosa o sobre arenosa, según el Slump obtenido del diseño de mezcla calculado.

METODO FULLER

El método de Fuller fue desarrollado basado en una curva granulométrica en el año 1970, en donde la ecuación de la curva es de la siguiente forma:

$$Y = 100\left(\frac{d}{D}\right)^m$$

Donde el valor de $m=0.5$ y el significado de las otras variables son de $Y = \%$ en peso de agregados que pasan a través de Tamiz de abertura d ; D es el tamaño máximo del agregado.

Este método se recomienda utilizar en los siguientes casos:

- La cantidad de cemento que se utilizará por metro cúbico será mayor de 300 kg.
- El acero empleado no es muy significativo.
- El tamaño máximo del agregado es menor de 50 ± 20 mm.
- Los agregados son preferiblemente de forma redondeada.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

1. Selección de consistencia del concreto, esto dependerá del tipo de estructura que se realizará así como de los requerimientos adicionales determinados por el especialista según sea el caso de utilización.

TABLA 16
ASENTAMIENTOS PARA DIFERENTES CONSISTENCIA DE CONCRETO

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (cm)	FLUIDEZ (%)
Seca	0 – 2	0 – 40
Plástica	2 – 5	40 – 70
Blanda	5 – 11	70 – 100
Fluida	11 – 20	100 – 130

FUENTE: Guía práctica diseños de Hormigón

2. Determinación del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, este tamaño máximo nominal se define como la menor abertura de tamiz que retiene menos de 15 % del peso total de agregado.
3. Determinar la cantidad de agua de la mezcla según la tabla mostrada a continuación en la cual se indica la cantidad de agua con agregados de granulometría y propiedades físicas promedio y con un asentamiento de 3", estas cantidades necesitarán ser corregidas según la Tabla 18 si las condiciones supuesta cambian.

TABLA 17
CANTIDAD DE AGUA EN KGF POR METRO CÚBICO DE
CONCRETO

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO MM (PULG)	AGUA EN KGF PARA DIFERENTES AGREGADOS	
	AGREGADO REDONDEADO (KGF)	AGREGADO TRITURADO (KGF)
12.7 (1/2")	199	214
19.1 (3/4")	184	199
25.4 (1")	178	193
38.1 (3/2")	166	181
50.8 (2")	157	172
76.2 (3")	148	163
152.4 (6")	131	145

FUENTE: *Guía práctica diseños de Hormigón*

TABLA 18
CORRECCION DE LA TABLA 17

Cambio en las Condiciones de la Tabla N° 9 anterior	Modificación en la cantidad de agua
Por cada 25 mm de aumento o disminución en el asentamiento.	± 3 %
Arenas Trituradas	+ 6.8 %
Hormigones poco trabajables	-3.6 %
<ul style="list-style-type: none"> • El signo + indica aumento y el – disminución, del contenido de agua en la mezcla. 	

FUENTE: *Guía práctica diseños de Hormigón*

4. Resistencia de diseño: es igual a lo determinado por el diseño de mezcla por el método A.C.I presentado anteriormente.

5. Relación Agua-Cemento: Igual al determinado por el diseño de mezcla por el método A.C.I.
6. Determinación de los porcentajes de agregados en la mezcla: Como se presentó inicialmente toma como referencia para combinar granulométricamente según la fórmula:

$$Y = 100\left(\frac{d}{D}\right)^m$$

Variando D (tamaño máximo) y d (aberturas de las mallas)

Obtenemos las curvas Fuller para diferentes tamaños máximo nominal de agregado grueso:

TABLA 19
CURVAS FULLER PARA DIFERENTES TAMAÑOS MÁXIMOS

D Mm (pulg)	12.5 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (3/2")	50 (2")	63.5 (2 1/2")
63.4 (2 1/2")	-	-	-	-	-	100
50 (2")	-	-	-	-	100	89
40 (3/2")	-	-	-	100	86.6	77
25 (1")	-	-	100	81.6	70.7	63
20 (3/4")	-	100	86.5	71	61	55
12.5 (1/2")	100	81	70	57	50	44
9.5 (3/8")	87	71	61	50	43	39
4.8 (N° 4)	62	50	43	35	31	27
2.4 (N° 8)	44	35	31	25	22	19
1.2 (N° 16)	31	25	22	18	15	14
0.6 (N° 30)	22	18	15	12.5	11	9.7
0.3 (N° 50)	15	12.5	11	8.8	7.7	6.9
0.15 (N° 100)	11	8.8	7.7	6.2	5.4	4.8

FUENTE: *Guía práctica diseños de Hormigón*

El porcentaje en peso de los agregados a mezclar para utilizar en el diseño de mezcla se puede calcular por los siguientes métodos:

- Método por tanteos: Este procedimiento es sencillo y con cierta práctica se podrá lograr que se ajuste mejor a la curva de referencia. La forma de trabajar este método es, primero se dibuja en un papel semilogaritmico las granulometrías de los agregados a combinar en donde el eje de las

abscisas colocamos el tamaño del agregado (d) y en las ordenadas los porcentajes que pasan acumulados (Y).

Luego se une los tamaños máximos y mínimo de los agregados consecutivos, y el punto donde se intersecta estas recatas a la curva de Fuller representan en el eje de las Abscisas el % en volumen de agregado a combinar.

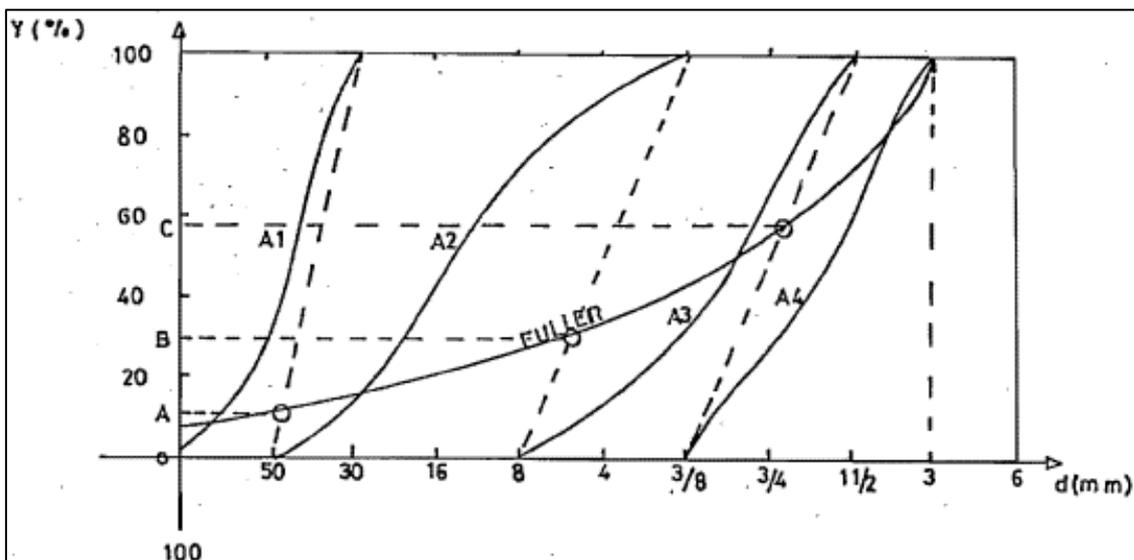


FIGURA 1 DOSIFICACION DE GRAFICA DE AGREGADOS FULLER.

Recopilado de la Guía práctica de diseño de mezclas de hormigón.

- Método por módulos de finura: Este método es un procedimiento matemático, basados en el cálculo de los módulos de finura de los agregados, se obtiene la mejor combinación de materiales a utilizar en el concreto.

Consideremos “n” agregados (1,2, 3, 4,..., n) y sean MF1, MF2, MF3,..., MFn sus módulos de fineza. Llamaremos MFF1, MFF2, MFF3,..., MFFn a los módulos de fineza de las curvas Fuller cuyos tamaños máximos coinciden con los agregados 2, 3, 4,... n. Se desea determinar los porcentajes t1, t2, t3,..., tn que debemos emplear de cada agregado, para que la curva compuesta se ajuste a la de referencia. Y se plantea un sistema de ecuaciones de n ecuaciones con n incógnitas que son la t:

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_n = 100$$

Como la curva de composición debe tener un módulo de fineza similar al MFFi de la curva Fuller, debemos plantear las siguientes ecuaciones:

$$MFF_n = \frac{MF1 * t1 + MF2 * t2 + MF3 * t3 + \dots + MFn * tn}{t1 + t2 + t3 + \dots + tn}$$

La solución de este sistema de ecuaciones nos dará los porcentajes de cada agregado $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$.

7. Dosificación por metro cúbico: una vez obtenidos los porcentajes de agregados que entran a formar parte de la mezcla, calculamos sus volúmenes para un metro cúbico de concreto.

Para ello se considera el volumen de pasta (cemento + agua) es algo inferior que la suma de los volúmenes absolutos de cemento y agua, por lo que para obtener un metro cúbico de concreto son necesarios 1025 dm^3 de componentes.

Por último la cantidad de agua y cemento calculados inicialmente se le restara de 1025 dm^3 y ese será el volumen absoluto de agregados se serán repartidos según los porcentajes previamente calculados $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$.

MÉTODO WALKER

El denominado Método Walker fue desarrollado por el profesor Stanton Walker un profesor Norteamericano, que observó que para el método ACI que sea cual fuese la resistencia de diseño la relación –agua cemento, contenido de cemento, y características del agregado fino, la cantidad del agregado grueso se mantiene. Por eso para este método se consideró que la relación fino-grueso debe variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como también en relación a otras características como, perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso así como otro factor que es la mayor o menor fineza del agregado fino. Por lo que se desarrolló una tabla para este método de diseño.

En dicha tabla se considera la fineza del agregado fino, que se clasifica en tres categorías: fina, mediana y gruesa. Así también se considera la forma del agregado grueso, si es de forma angular o redondeado, para cada uno de esos dos casos se consideró cuatro alternativas de factor cemento. Y de acuerdo a estos factores se permite obtener un porcentaje de agregado fino que se considerara era como el más conveniente en relación del volumen absoluto.

Calcula el volumen absoluto del agregado fino se determina la cantidad de agregado grueso por diferencia entre el volumen absoluto del agregado y el

volumen absoluto de agregado fino, Una vez que conocemos ambos valores se hace un reajuste por humedad de cada ellos obtenido los nuevos pesos para la disipación de la mezcla.

Este procedimiento nos ayuda a obtener una mejor relación entre los agregados finos y gruesos en el concreto.

**TABLA 20
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	AGREGADO REDONDEADO				AGREGADO ANGULAR			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico.				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico.			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregados Fino - Modulo de Fineza de 2.3 a 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregados Fino - Modulo de Fineza de 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	49	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregados Fino - Modulo de Fineza de 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46

1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

* Los valores de la Tabla corresponden a porcentajes del agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.

**Los valores corresponden a agregado grueso angular en concretos de peso normal sin aire incorporado.

FUENTE: Diseño de mezcla, Rivva Lopez.

SECUENCIA DE DISEÑO POR MÉTODO WALKER

Para realizar el diseño de mezcla por el método de Walker, se realiza siguiendo los siguientes pasos los cuales se procederemos a explicar:

1. Selección de resistencia promedio a partir de la resistencia de compresión que se requiere según el tipo de proyecto a realizar, considerando el factor de seguridad así como la desviación estándar.
2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
3. Selección del asentamiento según el tipo de trabajabilidad que requeriremos.
4. Selección del volumen de agua necesario para la mezcla (Según tablas de diseño ACI)
5. Selección del contenido de aire (Según tablas de diseño ACI).
6. Selección de la relación agua-cemento por resistencia y durabilidad. (Según tablas de diseño ACI)
7. Determinación del factor cemento o cálculo de la cantidad de cemento que utilizaremos según la relación agua-cemento que determinaremos.
8. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
9. Determinación del volumen absoluto de agregados total.
10. Determinación del porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado. (Tabla Método Walker).
11. Determinación del volumen absoluto de agregado grueso.
12. Determinación de los pesos secos de los agregados finos y gruesos.
13. Corrección de los valores de diseño por humedad de los agregados.
14. Determinación de la proporción en peso de diseño y de obra
15. Determinación de los pesos por tanda.

METODO MODULO DE FINEZA

Se inicia con el mismo procedimiento del método ACI, primero se determina en primer lugar los contenidos de cemento, agua, aire y agregado grueso, y luego por la diferencia de volúmenes absolutos en relación con la unidad, el volumen absoluto en relación con la unidad de concreto el volumen absoluto y peso seco del agregado fino.

De esta manera fuera cual fuese la resistencia deseada en tanto se mantenga constante el tamaño máximo nominal del agregado y módulo de fineza del agregado fino, el contenido total de agregado grueso en la mezcla será el mismo independientemente del contenido de la pasta de cemento.

Esto ha llevado a muchos investigadores a cuestionar el diseño ACI y buscar un método en el cual la relación de agregado fino-agregado grueso se modifique en relación al contenido de la pasta.

Por consiguiente, este método ha formulado un procedimiento de en el cual se modifica los porcentajes de agregado grueso y fino, en función de sus módulos de fineza, que son la medida indirecta de la granulometría y superficie específicas, esta modificación se realiza a partir de la determinando del módulo de fineza de la mejor combinación de agregados para las condiciones específicas.

En el método módulo de fineza de la combinación de agregados, los contenidos tanto el agregado grueso y fino varía en función de la resistencia, siendo principalmente en función de la relación agua-cemento y contenido de agua.

Este método tiene como consideración principal que el módulo de fineza del agregado fino o grueso es un índice de la superficie específica y a que en la medida que esta aumente se incrementa la demanda de pasta, y por consiguiente si se mantiene constante la pasa de cemento y se incrementa el módulo de fineza del agregado disminuye la resistencia por adherencia.

Como consecuencia de estas investigaciones se ha podido establecer una ecuación que relación el módulo de fineza de los agregados utilizados, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total de agregado, y al aplicar dicha ecuación es posible determinar el valor más conveniente del módulo de fineza de la combinación de agregados.

Dicha ecuación es:

$$m = r_f * m_f + r_g * m_g$$

En el cual:

M = módulos de fineza de la combinación de agregados.

m_f = módulo de fineza de agregado fino.

m_g = módulo de fineza de agregado grueso.

r_f = Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

r_g = Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregados.

Del análisis de la ecuación anterior se deduce que el módulo de fineza de una combinación fino y grueso es la suma de los productos del módulo de fineza de cada uno por la relación de volumen absoluto de cada ingrediente al volumen absoluto de todos los ingredientes.

Aplicando la relación mostrada anteriormente es posible obtener varios módulos de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para diversos contenidos de cemento por metro cúbico de concreto, estos valores se muestran a continuación:

TABLA 21

MODULOS DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS QUE DA LAS MEJORES CONDICIONES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN SACOS / METRO CUBICO INDICADOS.			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49

1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

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

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

FUENTE: *Diseño de mezcla. Rivva Lopez, pg. 121*

Se ha establecido que los agregados finos y gruesos que se aproximan a las especificaciones de la Norma ASTM 33, deben producir concretos trabajables en condiciones normales, cuando el módulo de fineza de la combinación de agregados se aproxima las mostradas en la tabla anterior.

Por consiguiente del análisis de esta tabla se aprecia que para obtener el módulo de fineza de la combinación de agregados, es necesario obtener los módulos de fineza de los agregados el tamaño máximo nominal de agregado grueso y el contenido de cemento por cada metro cúbico de concreto.

Cabe resaltar que los valores proporcionados por la tabla anterior corresponden a concreto sin aire incorporado y pueden producir buenas mezclas cuando se emplean los métodos de colocación y compactación usuales, pero pueden ser sobrearenosos en algunos casos que serán empleados en pavimentos o en estructuras.

Cuando las condiciones de colocación son muy favorables los valores tomados de la tabla anterior se puede incrementar hasta en 0.2, así mismo cuando se incorpora aire a la mezcla el valor tomado de la tabla poder ser incrementado en 0.1 para obtener el adecuado beneficio de la incorporación de aire sobre la trabajabilidad.

La proporción de agregado fino, módulo de fineza conocido, en relación al volumen absoluto total del agregado necesario, para de acuerdo a la riqueza de

la mezcla, obtener un módulo de fineza determinado en la combinación de agregados puede ser calculada a partir de la siguiente fórmula:

$$r_f = \left(\frac{m_g - a}{m_g - m_f} \right) * 100$$

Dónde: a= valor obtenido de la tabla.

El valor obtenido de esta ecuación, multiplicado por el volumen absoluto de agregado, nos permite conocer el volumen absoluto de agregado fino y por diferencia se puede obtener el volumen absoluto de agregado grueso.

Ambos volúmenes absolutos, multiplicados por sus respectivos pesos secos sólidos y permite calcular los pesos para la dosificación por unidad de volumen.

La secuencia de diseño para este método es el siguiente:

- 1.- Determinación de la resistencia promedio. (Similar a Método de diseño ACI)
- 2.- Selección de Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso. (Según especificaciones de obra y el agregado grueso que se posee)
- 3.- Selección del asentamiento. (Según Método de diseño ACI)
- 4.- Calculo de Volumen de agua. (Según Método de diseño ACI)
- 5.- Selección de contenido de aire. (Según método de diseño ACI)
- 6.- Obtención de relación agua cemento. (Según método de diseño ACI)
- 7.- Factor cemento, es el cálculo del cemento que se empelará en la mezcla, para este caso se obtendrá en el número de bolsas que requeriremos.
- 8.- Cálculo del volumen absoluto de la pasta. Es decir la suma de los volúmenes absolutos de los elementos de los integrantes de las pasta
- 9.- Volumen absoluto de agregado, se obtiene al restar a la unidad el volumen absoluto de la pasta.
- 10.- Cálculo de módulo de fineza de la combinación de agregados. Con la Tabla 21 MODULOS DE FINEZA DE COMBINACION DE AGREGADOS en relación al tamaño máximo nominal t el factor cemento en cantidad sacos.

11.- Cálculo de valor de r_f es decir el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de los agregados. Para ello se aplica la ecuación.

12.-Se calcula los volúmenes absolutos del agregado según lo obtenido en el paso anterior.

13.-Se calcula los pesos secos de cada agregado tanto fino como grueso.

14.-Se calculan los valores de diseño teniendo en cuenta las correcciones por humedad de los elementos, y se calculan las tandas que se emplearan en obra.

MANEJO DEL CONCRETO

MEZCLADO DEL CONCRETO

Es la integración adecuada de los componentes del concreto de acuerdo a su diseño de mezcla produciendo una masa homogénea de acuerdo a las características requeridas para vaciado.

El proceso de mezcla del concreto puede ser manual o con equipos. Dependiendo del proceso, se determina el tiempo de mezcla y el procedimiento para la integración de los componentes del concreto evitando la segregación o separación de estos por exceso de tiempo de mezcla o batir mezcla.

EQUIPOS

MEZCLADORA

Para la mezcla de concreto existe una gran variedad de equipo y maquinarias que se utilizan dependiendo del volumen de producción de concreto que se quiere obtener.

Entre las mezcladoras más comunes en la ciudad de Huancayo, encontramos la de tolva, que alimenta los agregados con buggies; y la de trompo, que se alimenta por la boquilla superior, que requiere levantar los agregados con ayuda de una lampa. Estas mezcladoras se usan en la baja producción en volumen de concreto siendo sus capacidades más comunes de 7, 9, 12 y 14 pie³.

Para el procedimiento de mezcla, según ABANTO, F. (1996) recomienda:

Generalmente se acepta que se coloque en el tambor una pequeña porción del agua de mezcla, aproximadamente 10%, añadiendo luego los materiales sólidos (piedra, cemento, arena, en este orden) conjuntamente con el 80% del agua. El 10% restante se termina de introducir cuando todos los materiales se encuentran en la mezcladora. (p.223)

El tiempo de mezclado del concreto en mezcladora, inicia en el instante en que los todos los componentes del concreto se encuentran ya en el tambor y finaliza al realizar la descarga. El tiempo mínimo de mezclado es de 90 segundos y este proceso depende en gran parte de la eficiencia de la mezcladora.

TRANSPORTE

Este proceso refiere al traslado del concreto desde la mezcladora hasta la ubicación de la estructura, empleando procedimientos que prevengan alteraciones en el concreto (como la segregación) y mantengan la calidad de la mezcla.

EQUIPO

El concreto puede ser trasladado por canaleta, carretilla, fajas, bomba, etc. La selección de este equipo, según ABANTO F. (1996) "La decisión de que método emplear depende sobre todo de la cantidad de concreto a transportarse, de la distancia y dirección (vertical u horizontal) y de consideraciones económicas" (p.224). Se debe considerar estos factores para determinar cómo transportar el concreto y por sobre todo mantener la calidad de mezcla.

Dentro de los equipos más utilizados para el transporte encontramos carretillas o buggies y latas.

CONCRETO PRE MEZCLADO

Es el concreto preparado en una planta o en instalaciones fijas que se transporta hasta el lugar en el que se utilizará. El transporte es por medio de grandes maquinarias como camiones mezcladores.

El concreto premezclado es utilizado, generalmente, cuando se requiere colocar grandes volúmenes de concreto lo que permite reducir los gastos de mano de obra haciéndolo así más económico.

PLANTA DE CONCRETO PRE MEZCLADO

Las plantas de concreto pre mezclado generalmente se dividen en dos: la planta dosificadora y la planta mezcladora.

La planta dosificadora de concreto proporciona la mezcla de concreto según sea el diseño por pesos, haciendo mucho más óptimo el uso de recursos (agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y aditivos) por cada tanda producida.

La planta dosificadora separa y cuantifica las cantidades de material que entrarán en la tolva de la planta mezcladora.

La planta de mezcladora recibe los materiales de la planta dosificadora y los mezcla en sus grandes tolvas agregando poco a poco los materiales (cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos). Esta planta ya está debidamente programada para poder mezclar el concreto sin generar pérdidas.

Las plantas concretaras generalmente utilizan aditivos para retardar la fragua del concreto por el tiempo de transporte que les puede tomar el llevar el concreto desde la planta hasta su punto de colocación. Otro aditivo muy utilizado es el plastificante para poder hacer el concreto menos denso, proporcionándole mayor facilidad de bombeo sin necesidad de agregar agua en exceso ni perder la resistencia.

COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN

COLOCACIÓN

La colocación del concreto debe ser lo más cercano posible a su disposición final con las consideraciones previas de transporte y debe tener una adecuada manipulación para evitar la segregación.

COMPACTACIÓN

Para la compactación del concreto se utiliza generalmente vibradoras que pueden ser de cabezas de sección cuadrada o circulares en diferentes diámetros.

VIBRADORA

Este equipo se utiliza para eliminar las burbujas de aire al momento de colocar el concreto reduciendo así la aparición de espacios vacíos o cangrejas, que en un concreto armado podría exponer el acero a la corrosión. La vibración permite aportar mayor densidad y unificación de la masa de concreto aumentando el volumen de resistencia a la compresión pero se debe evitar el vibrado excesivo ya que puede segregar la mezcla.

Existen vibradoras que funcionan con electricidad y otras con gasolina. El diámetro de la vibradora depende del espesor y profundidad del elemento a vaciar. Se debe tener en cuenta la consistencia del diseño de mezcla para determinar el tiempo de vibrado.

CURADO DEL CONCRETO

El curado es la acción de hidratar el concreto para poder llegar a la resistencia final, mantener un contenido de humedad y temperatura adecuadas durante la edad temprana.

El principal objetivo del curado es poder alcanzar una resistencia adecuada debido a que estudios anteriores demuestran que un concreto sin curado puede perder aproximadamente el 50% de su resistencia final y la etapa de curado debe iniciar después de la fragua.

El curado actúa hidratando las partículas de gel de cemento que no hicieron reacción, esto hace que estas partículas se expandan terminando de sellar espacios vacíos y aumentando la resistencia.

El curado otorga un acabado superficial más liso que proporciona mayor dureza superficial reduciendo la probabilidad de desgaste y abrasión del concreto.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E 060 Concreto armado, en su acápite 5.11.2 indica “La temperatura del concreto al ser colocado no deberá ser tan alta como para causar dificultades debidas a pérdida de asentamiento, fragua instantánea o juntas frías. Además, no deberá ser mayor de 32°C” (p.125).

Existen formas de curado dependiendo de las condiciones de vaciado y del fin de la estructura de concreto. Dentro de ellos, encontramos los siguientes:

- Rociado o aspersión
- Coberturas húmedas
- Papel impermeable
- Hojas de Plástico
- Compuestos de curado formadores de película
- Curado por humedad interna
- Cimbras dejadas en su lugar
- Curado a vapor
- Mantas o cubiertas aislantes
- Curado eléctrico, con aceite, microondas y rayos infrarrojos

TIEMPO Y TEMPERATURA DE CURADO

El tiempo de curado de los elementos estructurales debe ser como mínimo de 7 días y como máximo el mayor tiempo posible debido a que el concreto sigue endureciéndose.

Se recomienda mantener la temperatura del concreto entre 10°C y 20°C para obtener una buena resistencia y durabilidad.

Si el concreto se encuentra a menos de 10°C, este tiene riesgo de llevar una fragua lenta y no alcanzar la resistencia de diseño en el tiempo estimado por lo que se recomienda tomar precauciones y utilizar algún sistema de curado para climas fríos con temperaturas bajas.

Si el concreto tiene una temperatura elevada superior a los 20°C, este corre con el riesgo de tener una exudación excesiva que al ser evaporada genera grietas superficiales mínimas lo que le disminuye la durabilidad. En casos como este se

recomienda utilizar un sistema de curado para climas cálidos reduciendo así el riesgo de fisuramiento superficial del concreto.

VIVIENDA UNIFAMILIAR

VIVIENDA

Es un espacio cerrado y techado en donde un grupo de personas habitan, un concepto que puede ser sinónimo de hogar, residencia, domicilio y casa.

VIVIENDA UNIFAMILIAR

Es aquella vivienda en donde solo habita una familia, por lo general es de uno o dos niveles, la cual puede ser de residencia permanente o temporal para una sola familia. El espacio que se tiene en el primer nivel debe ser bien diseñada debido al peligro que puede haber subir a un segundo piso para los niños, y puede ocurrir que en un determinado momento en la casa haya una persona que por edad o enfermedad no pueda acceder a los pisos superiores.

TIPOS DE VIVIENDA UNIFAMILIAR

Así mismo se puede distinguir 3 tipos de vivienda unifamiliar las cuales son según el artículo Vivienda Unifamiliar. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 08 de mayo de 2018 de https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_unifamiliar, clasifica las viviendas unifamiliares de la siguiente manera:

- **Unifamiliar aislada:** Es aquella que no está en contacto físico con otras viviendas es decir está rodeada de área libre, que puede ser un jardín privado.
- **Unifamiliar pareada:** Se da cuando se construyen 2 viviendas unifamiliares que exteriormente están en contacto sin embargo si distribución interior es totalmente independiente.
- **Unifamiliar adosada:** Es similar a la vivienda unifamiliar pareada, pero con la diferencia de que posee una vivienda a cada lado, estas viviendas suelen tener una forma alargada y con ventanas solamente en los extremos.

Así mismo según la RNE, (2011) TH.010 Habilitaciones Residenciales, nos menciona que en función a la densidad de los habitantes se dan las

denominaciones de viviendas unifamiliares y multifamiliares según el siguiente cuadro:

TABLA 22

RELACION AREA MINIMA DE LOTE / TIPO DE VIVIENDA

TIPO	AREA MINIMA DE LOTE	FRENTE MINIMO DE LOTE	TIPO DE VIVIENDA
1	450 m ²	15 mL	UNIFAMILIAR
2	300 m ²	10 mL	UNIFAMILIAR
3	160 m ²	8 mL	UNIFAM/MULTIFAM
4	90 m ²	6 mL	UNIFAM/MULTIFAM
5	(*)	(*)	UNIFAM/MULTIFAM
6	450 m ²	15 mL	UNIFAMILIAR

1 corresponde a *Habilitaciones Urbanas de Baja Densidad a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Baja Densidad (R1)*

2 corresponde a *Habilitaciones Urbanas de Baja Densidad a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Baja Densidad (R2)*

3 corresponde a *Habilitaciones Urbanas de Media Densidad a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Densidad Media (R3)*

4 corresponde a *Habilitaciones Urbanas de Media Densidad a ser ejecutados en Zonas Residenciales de Densidad Media (R4)*

(*) *Corresponde a habilitaciones Urbanas con construcción simultánea, perteneciente a programas de promoción del acceso a la propiedad privada de la vivienda. No tendrán limitación en el número, dimensiones o área mínima de los lotes resultantes; y se podrán realizar en áreas calificadas como Zonas de Densidad Media (R3 y R4) y Densidad Alta (R5, R6 y R8) o en Zonas compatibles con estas densidades. Los proyectos de habilitación urbana de este tipo se calificarán y autorizarán como habilitaciones como habilitaciones urbanas con construcción simultanea de viviendas. Para la aprobación de este tipo de [proyectos de habilitación urbana deberá incluirse los anteproyectos arquitectónicos de las viviendas a ser ejecutadas, los que se aprobaran simultáneamente.*

6 corresponde a *Habilitaciones Urbanas de Densidad Alta a ser ejecutadas en Zonas residenciales de Alta Densidad (R5, R6 y R8)*

FUENTE: RNE, (2011) TH.010 *Habilitaciones Residenciales*

VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO

Como sabemos en los últimos años se ha visto un incremento de la construcción de viviendas en la ciudad de Huancayo, en consecuencia se han modernizado los métodos y las técnicas usadas para la construcción de las mismas; incluyéndose el uso de mixers (concreto premezclado), y la utilización de aditivos los cuales son usados para mejorar algunas propiedades del concreto. Lo cual nos permite obtener concretos fluidos permitiendo mejores acabados así como el uso en elementos estructurales en los cuales el tráfico de acero es considerable, reductores de agua para lugares donde conseguir este elemento sea difícil, acelerantes de fragua del proceso de fragua para lograr resistencia a edades tempranas, retardar el proceso de fragua para poder tener una consistencia adecuada un mayor tiempo.

Por lo que para la presente tesis se buscó abarcar la mayor cantidad de edificaciones en la ciudad de Huancayo para eso se obtuvo datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), el cual nos dio a conocer que la mayor cantidad de viviendas en el distrito de Huancayo son casas independientes, es decir son usadas como vivienda unifamiliares, esto se puede comprobar mediante la siguiente tabla:

TABLA 23

NUMERO DE VIVIENDAS OCUPADAS EN EL DISTRITO DE HUANCAYO

TIPO DE VIVIENDA	VIVIENDAS OCUPADAS			
	TOTAL	CON PERSONAS PRESENTES	CON PERSONAS AUSENTES	DE USO OCASIONAL
TOTAL	27552	24951	1230	196
Casa independiente	21952	19890	937	158
Departamento en edificio	1808	1585	128	15
Vivienda en quinta	1860	1698	111	12
Vivienda en casa de vecindad	1784	1671	48	5
Choza o cabaña	5	1	-	4
Vivienda improvisada	60	23	6	2

Local no destinado para habitación humana	74	74	-	-
Otro tipo particular	9	9	-	-

FUENTE: INEI CENSO 2007

La Tabla 23 sólo cuenta el número de viviendas ocupadas en el distrito de Huancayo, siendo la mayor parte de viviendas casas independientes con un total de 21952 viviendas.

TABLA 24
NUMERO DE VIVIENDAS DESOCUPADAS EN EL DISTRITO DE HUANCAYO

TIPO DE VIVIENDA	VIVIENDAS DESOCUPADAS				
	TOTAL	EN ALQUILER O VENTA	EN CONSTRUCCION O REPARACION	ABANDONADA O CERRADA	OTRA CAUSA
TOTAL	1175	185	301	632	57
Casa independiente	967	104	288	528	47
Departamento en edificio	80	29	6	40	5
Vivienda en quinta	39	25	-	12	2
Vivienda en casa de vecindad	60	27	7	24	2
Choza o cabaña	-	-	-	-	-
Vivienda improvisada	29	-	-	28	1
Local no destinado para habitación humana	-	-	-	-	-
Otro tipo particular	-	-	-	-	-

FUENTE: INEI CENSO 2007

La Tabla 24 muestra las viviendas totales desocupadas en el distrito de Huancayo, siendo la cantidad de viviendas independientes superior. La cantidad de viviendas independientes desocupadas totales 967.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática facilita también las descripciones de los tipos de vivienda y como fueron clasificadas según su criterio (2007), donde:

Casa independiente: es una edificación o vivienda que tiene salida directa a una calle, camino, carretera, u otros similares y esta constituye sólo en una vivienda.

2.3. DENIFICIÓN DE TÉRMINOS

ADITIVOS

Los aditivos son elementos físico – químicos los cuales adicionaremos a la mezcla de concreto en una dosificación proporcionada por cada fabricante para poder modificar algún propiedad del concreto, ya sea en su estado fresco o endurecido mejorándola a nuestra conveniencia según sea la solicitud requerida de nuestra obra civil en la cual estamos trabajando.

ADITIVO PLASTIFICANTE

La necesidad de obtener concretos más trabajables sin perder resistencia a la compresión condicionó a la industria química al desarrollo de los aditivos plastificantes y superplastificantes con el fin de que se obtengan mezclas de concreto más resistentes pero igualmente trabajables.

Estos son productos químicos que se añaden al concreto para mejorar su manejabilidad. La resistencia del concreto es inversamente proporcional a la cantidad de agua añadida o al coeficiente de la relación agua-cemento (A/C). Con el fin de producir concreto más resistente, se reduce la cantidad de agua añadida, lo que genera mezclas de difícil trabajabilidad, haciendo necesario el uso de los aditivos para poder obtener la trabajabilidad y consistencia adecuada para el uso de estos concretos.

Normalmente el porcentaje que superplastificante o plastificante que se añade a la mezcla es del 2%, esto depende si está siendo dosificado al peso de cemento o porcentaje. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la mayoría de los plastificantes disponibles vienen disueltos en agua, por lo cual al añadirlo a la mezcla también se está añadiendo una cantidad de agua. Añadir una cantidad

excesiva de plastificante puede dar lugar a que el concreto presente segregación, lo cual generará problemas durante el fraguado.

MEZCLADO DEL CONCRETO

El mezclado de concreto es la agrupación de todos los componentes del mismo es decir aglomerante (cemento), agregados fino y grueso, agua y si hubiera aditivo. El objetivo de la agrupación de todos estos es hidratar el cemento para que comiencen las reacciones químicas para el proceso de endurecimiento mientras que los agregados dan soporte o estabilidad volumétrica y el aditivo es usado en caso se requiera modificar alguna propiedad del concreto ya sea en su estado fresco o endurecido así se afirma en:

Según HARSMEN, T. (2002) “El proceso de mezclado del concreto consiste en recubrir el agregado con la pasta de cemento hasta conseguir una masa uniforme. Debe efectuarse a máquina y para ello se hace uso de mezcladoras. Entre ellas se tiene la de volteo, la inversa y la de artesa. El tamaño de la mezcladora se determina en función del volumen de concreto a batir” (p16).

EXUDACION

Sangrado o exudación del concreto es la formación de una película de agua en la superficie del concreto recién colocado. Esta es causada por el asentamiento de las partículas sólidas y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie.

El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por contracción. La excesiva exudación aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie, pudiendo generar una superficie débil y con poca durabilidad, generalmente cuando se realiza el acabado, el agua de sangrado aún está presente se generan los vacíos y bolsas de agua, estos resultantes del acabado prematuro de la superficie.

Después que toda el agua de la exudación del concreto se evapore, la superficie endurecida estará un poco más baja que la superficie cuando el concreto que recién fue colocado. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación.

Otro de los efectos que deja el exceso de exudación es la estructura capilar orientada en un solo sentido de ascenso del agua hacia la superficie generando un concreto con mayor permeabilidad, y facilitando el ataque de agentes agresivos como los cloruros y sulfatos.

La tasa de exudación se incrementa con mayor cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión.

El uso de agregados adecuados, aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado en algunos casos.

FRAGUADO DE CONCRETO

Se le conoce así a la transición entre el estado fresco del concreto y su estado endurecido, se genera cuando el cemento y el agua entran en contacto, debido a esto comienza una reacción química exotérmica que determina 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. En resumen, puede definirse como tiempo de fraguado de una mezcla determinada, el lapso necesario para que la mezcla pase del estado fluido al estado sólido. Así definido, el fraguado no es sino una parte del proceso de endurecimiento.

Cuando se presentan condiciones especiales que demandan un tiempo adicional o un tiempo inferior para el fraguado del concreto se recurrirá a los aditivos tanto acelerantes para acelerar el proceso de fraguado y retardantes de fragua para incrementar el tiempo de estado plástico del concreto.

El endurecimiento del concreto depende del endurecimiento de la pasta formada por el cemento y el agua, debido a que entre ellos desarrolla una reacción química que produce la formación de un "gel", a medida que se hidratan los componentes del cemento.

La reacción de endurecimiento es muy lenta, lo cual permite la evaporación de parte del agua necesaria para la hidratación del cemento, que genera una disminución de la resistencia final debido a que el agua necesaria para el fraguado ha sido evaporada. Es por ello que debe mantenerse húmedo el concreto recién colocado mediante el curado, es decir manteniendo húmeda la mezcla de concreto para culminar el tiempo crítico de endurecimiento del concreto (fraguado).

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION

La resistencia especificada a la compresión es la resistencia para la cual nosotros diseñamos el concreto es decir la resistencia nominal de nuestro concreto los cuales pueden ser 210 kg/cm², 280 kg/cm², entre otros tipos de concreto, esta es la resistencia de verificación luego de los ensayos a compresión en otras palabras es la resistencia mínima aceptable luego del ensayo de especímenes a los 28 días de edad.

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA

Esta resistencia en la resistencia especificada a la compresión aumentada más un factor de seguridad que variara según la experiencia y datos disponibles posea quien va a realizar el concreto esta resistencia es la cual se va a usar en la dosificación del concreto, por ejemplo cuando no se poseen datos se afirma que:

“Cuando una instalación productora de concreto no tenga registros de ensayos de resistencia en obra para el cálculo de S_s que se ajusten a los requisitos de 5.3.1.1 o de 5.3.1.2, F'_{cr} debe determinarse de la Tabla” (Reglamento Nacional de Edificaciones-E 060 Concreto Armado).

TABLA 25

**RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION REQUERIDA CUANDO NO
HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACION
ESTANDAR DE LA MUESTRA**

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION, MPa	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESION, MPa
--	--

$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1,1 f'c + 5,0$

FUENTE: Recuperado de Reglamento Nacional de Edificaciones E060
Concreto Armado

DOSIFICACION DE CONCRETO

La dosificación consiste en calcular y generar una proporción de los materiales componentes del concreto para que este sea trabajable llegue a la resistencia requerida además de poder colocar le mismo en el encofrado o en donde se requiera teniendo en cuenta las condiciones locales asegurando la calidad del mismo sin generar segregación y previendo futuras apariciones de cangrejeras u otras patologías del concreto, así mismo se explica que:

La dosificación de los materiales para el concreto debe establecerse para permitir que:

- (a) Se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan colocar fácilmente el concreto dentro del encofrado y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que vayan a emplearse, sin segregación ni exudación excesiva.
- (b) Se logre resistencia a las condiciones especiales de exposición a las que pueda estar sometido el concreto, según lo requerido en el Capítulo 4.
- (c) Se cumpla con los requisitos de los ensayos de resistencia de 5.6.
(Reglamento Nacional de Edificaciones E060 Concreto Armado)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se ven influenciadas positivamente en comparación a un concreto sin aditivo, gracias a los componentes del aditivo plastificante incorporados que facilitan la colocación de la mezcla en edificaciones unifamiliares.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) La trabajabilidad es mayor en un 30% en comparación a un concreto sin aditivo, esto gracias a las propiedades del aditivo usado, por lo que la colocación de concreto es mucho más fácil y práctica, permitiendo usar concretos de mayor resistencia con una trabajabilidad adecuada.
- b) La exudación se incrementa en un 12% lo que reduce la relación agua cemento del concreto generando una variación positiva en la resistencia a la compresión final y a la vez protegiendo la superficie del concreto frente al fisuramiento por contracción.
- c) El tiempo de fragua total de la mezcla con aditivo se incrementa en un 5% en las muestras con aditivo debido a la reacción química propia de la solución, lo cual, nos beneficia otorgando mayor tiempo de manipulación al mantener la trabajabilidad.
- d) La resistencia a la compresión del concreto se ven incrementada en un 10% al utilizar el aditivo plastificante, debido a la reducción de la relación agua - cemento que se produce al usar el aditivo en la mezcla de concreto.

2.5. VARIABLES

Las variables se dividen en dos grupos:

- **Variable independiente:** Aditivo plastificante
- **Variables dependientes:**
 - Propiedades del concreto en estado fresco: Asentamiento, exudación y el tiempo de fragua.
 - Propiedades del concreto en estado endurecido: Resistencia a la compresión

2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

a) ADITIVO PLASTIFICANTE

Es un reductor de agua convencional que se utiliza para hacer una mezcla más fluida y bombeable. Este aditivo es mayormente utilizado para concretos

premezclados bombeados en obra que actúa aumentando el revenimiento de la mezcla aparentando ser de fluida por un periodo de 30 a 60 minutos dependiendo del fabricante. Este tipo de aditivos se ha convertido en uno de los más utilizados debido a la gran demanda de concreto bombeado para obras.

En esta tesis se utilizó el aditivo Sika® Cem Plastificante con una dosificación recomendada por el fabricante de 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

Características del aditivo:

Según la ficha técnica proporcionada por el fabricante, el aditivo Sika® Cem Plastificante que se utilizó posee las siguientes características:

- Densidad: 1.20 Kg/L \pm 0.02
- Valoración leed: USGBC
 - LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials – adhesives and sealants.
- Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
- Dosificación:
 - Como plastificante: 250 mL por cada 42.5 Kg de cemento.
 - Como superplastificante: 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables independientes se clasificaron en dos grupos para su análisis:

a) Propiedades del concreto en estado fresco:

TRABAJABILIDAD

Se define como la facilidad de colocación o el grado de plasticidad de la mezcla concreto o la facilidad de la mezcla para ser colocada en el encofrado reduciendo la aparición de espacios vacíos.

Para medirlo se utiliza el cono de Abrams con el asentamiento o revenimiento de la mezcla.

Esta propiedad del concreto se mide a través del ensayo ASTM C 143 o su norma equivalente en nuestro país NTP 339.035.

EXUDACIÓN

La exudación, también conocida como sangrado, es un proceso químico natural del concreto en estado fresco, que consiste en una pérdida de agua

del diseño de que asciende dejando la parte más densa de la mezcla en la base debido a la variación de densidades que existe entre los componentes del concreto.

La exudación se determina a través del ensayo ASTM C 232 o su equivalente en el país NTP 339.077.

TIEMPO DE FRAGUA

El tiempo de fraguado del concreto es el proceso de endurecimiento de la mezcla de concreto donde la mezcla empieza a perder plasticidad. El tiempo de fragua es también el tiempo que demora el concreto en unificarse con cada elemento que lo compone.

El tiempo de fragua para concreto por penetración se determina a través del ensayo ASTM C 403 o de su equivalente en el país NTP 339.082.

b) Propiedades del concreto en estado fresco:

RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión es la resistencia real del concreto sometido a fuerzas de compresión. En este ensayo se mide la capacidad de carga que soporta el concreto sometido a cargas que lo comprimen.

El ensayo de resistencia de compresión del concreto se determina a través del ensayo ASTM C 39 o de su equivalente en el país NTP 339.034.

2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

- **ADITIVO PLASTIFICANTE**

Es un aditivo reductor de agua para mezclas de concreto que permite mejorar las propiedades de trabajabilidad, bombeabilidad, durabilidad y la resistencia del concreto debido a la reducción de agua que genera en la proporción agua cemento y se dosifica en mililitro por bolsa de 42.5 kg de cemento.

En esta investigación se utilizó 250 ml por cada bolsa de cemento de 42.5 kg según las especificaciones técnicas del fabricante del aditivo plastificante que se usó (ver anexos).

VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades del concreto en estado fresco

- **TRABAJABILIDAD**

Facilidad de colocación y acabado de mezclas en estado fresco concreto. Esta propiedad es medida con el ensayo de Cono de Abrams o asentamiento.

- **EXUDACIÓN**

Reducción y contracción del volumen de concreto causa de la pérdida de agua durante el proceso de fragua. Esta propiedad se produce por la segregación del agua que no logró reaccionar en la mezcla

- **TIEMPO DE FRAGUA**

Tiempo que demora la pasta de cemento en pasar de estado fresco a endurecido. Se considera que el concreto terminó la fragua cuando su resistencia a la penetración es mayor a los 4000 PSI.

Propiedades del concreto en estado endurecido

- **RESISTENCIA A LA COMPRESION**

Resistencia del concreto sometido a fuerzas de compresión.

2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

	VARIABLE	DESCRIPCION	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	UND	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE	ADITIVO PLASTIFICANTE	Es un aditivo para concreto que permite mejorar las propiedades de trabajabilidad, bombeabilidad, durabilidad y la resistencia del concreto debido a la reducción de agua que genera en la proporción agua cemento.	Dosificación	Determinar la proporción de aditivo que se coloca a la mezcla en relación al peso de cemento según ficha técnica de fabricante. (250 mL por bolsa de 42.5 kg)	Probeta mililitrada	mL	NUMERICA (CUANTITATIVA)
VARIABLE DEPENDIENTE	CONCRETO EN ESTADO FRESCO						
	TRABAJABILIDAD	Facilidad de colocación y acabado del concreto.	Asentamiento	Consistencia de la mezcla de concreto en estado fresco.	Cono de Abrams (NTP 339.035)	pulg	NUMERICA (CUANTITATIVA)
	EXUDACION	Reducción y contracción del volumen de concreto causa de la pérdida de agua durante el proceso de	Pérdida de agua	Volumen de agua perdido durante el proceso de fraguado	Ensayo de exudación (NTP 339.077)	ml/cm ² , ml/h y %	NUMERICA (CUANTITATIVA)

		fragua.						
		TIEMPO DE FRAGUA	Tiempo que demora la pasta de cemento en pasar de estado fresco a estado endurecido	Tiempo de fragua	Tiempo en el que cada aguja del ensayo en penetrar la pasta de cemento. El ensayo se realiza una vez por cada aguja.	Ensayo de penetración para determinar el tiempo de fragua (NTP 339.082)	Minutos	TIEMPO (CUANTITATIVA)
CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	RESISTENCIA A LA COMPRESION	Resistencia del concreto sometido a fuerzas de compresión.	Resistencia de diseño	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión simple (NTP 339.034)	Ensayo de compresión simple (NTP 339.034)	kg/cm ²	NUMERICA (CUANTITATIVA)

FUENTE: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se utilizó el método científico, porque investigamos las variación en la propiedades del concreto en estado fresco (trabajabilidad, exudación, tiempo de fragua) y endurecido (resistencia a la compresión) para un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a través de la realización de dos grupos, uno con uso de aditivo plastificante y otro grupo sin aditivo, contrastando los resultados obtenidos de cada grupo finalizada la experimentación utilizando los pasos del método científico desde la observación hasta la experimentación y publicación de resultados.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue aplicada porque utilizamos los saberes ya establecidos para comprobar nuestra hipótesis teniendo en cuenta los conocimientos científicos.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es explicativo, debido a que esta investigación estuvo orientada a explicar o identificar las razones causales de la presencia de ciertos acontecimientos y la relación de las variables.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue experimental con un diseño con posprueba únicamente y grupo de control. En este diseño experimental uno de los grupos recibe el tratamiento experimental y el otro no (grupo control). La manipulación de la variable independiente solo alcanza dos niveles: presencia y ausencia. Cuando concluye la manipulación, a ambos se les administra una medición sobre la variable dependiente en estudio.

Para nuestra investigación, se aplicó este diseño experimental a cada una de las cuatro técnicas realizadas para evaluar las cuatro variables dependientes, siendo estas: trabajabilidad, exudación, tiempo de fragua y resistencia la compresión.

El diagrama del diseño es el siguiente:

RG ₁	X	O ₁
RG ₂	–	O ₂

Donde:

R: Asignación al azar o aleatoria.

G: Grupo de sujetos (G1: grupo 1 o experimental; G2: grupo 2 o control)

X: Tratamiento o condición experimental (presencia de algún nivel o modalidad de la variable independiente)

O₁ y O₂: Medición posprueba del grupo de sujetos.

–: Ausencia de estímulo. Indica que este grupo es de control.

3.5. POBLACION Y MUESTRA

a) Población

Mezclas de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en edificaciones unifamiliares que utilizan aditivo plastificante en la ciudad de Huancayo durante el año 2018.

b) Muestra

Una mezcla de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en una edificación unifamiliar en provincia de Huancayo, con un volumen de concreto aproximado de 150m^3 , que utiliza aditivo Sika® Cem Plastificante, elaborada con cemento Portland Tipo I, agregado fino y grueso de la cantera de Pilcomayo y agua potable de la empresa SEDAM.

TECNICA MUESTRAL: No probabilístico, intencional o dirigido.

3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICAS

Todos los ensayos fueron realizados en el laboratorio DOSED SAC, en la ciudad de Huancayo, con la observación de los procedimientos por nosotros para recolectar datos. Las fichas de observación y/o evaluación de cada ensayo, proporcionadas por el laboratorio, se encuentran en los anexos y fueron transcritas a los instrumentos elaborados por nosotros para poder realizar el análisis de datos de la investigación.

Los procedimientos de estos ensayos fueron realizados según el Manual de Ensayos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones editado en Mayo del 2016.

TRABAJABILIDAD (ASENTAMIENTO)

Este ensayo se utiliza para determinar el asentamiento de la mezcla de concreto en obra o en laboratorio.

Este ensayo no se aplica cuando el concreto tiene un agregado grueso mayor a 37.5 mm (1 ½”) o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es 1 ½”, se deberá tamizar el concreto con un tamiz de este tamaño cumpliendo con las especificaciones de la MTC 701 “Muestras de Concreto Fresco”.

Se debe tener en cuenta que concretos con asentamientos menores a ½” (15 mm) pueden no ser plásticos y con asentamientos mayores a 9” (230 mm) pueden no ser cohesivos. Se debe tener en cuenta esto para la interpretación de resultados.

Este ensayo hace referencia a la NTP 339.035 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medida del asentamiento del concreto de cemento Portland, AASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, ASTM: C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

EQUIPOS

Cono de Abrams: debe ser metálico, anticorrosivo y resistente al concreto con un espesor de 1.14 mm (0.045”). La forma es de un tronco de cono de 203 + 3 mm (8” + 1/8”) de diámetro de la base mayor, 102 + 2 mm (4” + 1/8”) de diámetro de la base menor y de 305 + 2 mm (12” + 1/8”) de altura. Ambos extremos del cono deben estar abiertos paralelos y perpendiculares al eje del cono. El molde debe tener agarraderas y aleros para poder sujetar el cono a la base pisando. El interior del cono debe estar libre de abolladuras y ser liso.

HERRAMIENTAS

Varilla compactadora: Es de hierro liso y cilíndrico con un espesor o diámetro de 16 mm (5/8") y de una longitud de 600 mm aproximadamente (24"). El extremo que compacta la mezcla debe ser hemisférico con un radio de 8 mm (5/16").

Cuchara: para colocar la mezcla de concreto dentro del cono.

MUESTRA

La muestra debe ser representativa y obtenida bajo las especificaciones de la MTC 701.

PROCEDIMIENTO

Se humedece el cono de Abrams y se coloca sobre una superficie impermeable, horizontal rígida, húmeda y plana para luego pisar los aleros del cono de modo que queda estable sobre su base.

Se llena el concreto en tres capas de concreto dividiendo el volumen del molde en tres partes aproximadamente.

El primer tercio del volumen corresponde a una altura de 67 mm y el segundo tercio de volumen a una altura de 155 mm.

Cada capa se debe compactar con la varilla haciendo 25 golpes distribuidos uniformemente haciendo una forma de espiral de afuera hacia el centro de la sección transversal que forma cada capa en su superficie.

Al llegar a la tercera capa se debe amontonar un exceso de concreto sobre la superficie de la cara superior cono y compactar. En caso de que falte concreto se adiciona el volumen faltante, se enrasa y se retira todo los excesos que se cayeron fuera del cono de Abrams para evitar la alteración del ensayo.

Luego de limpiar el área de trabajo, se retira el cono en forma vertical en un tiempo de 5 ± 2 segundos y con cuidado de no alterar el eje.

Todo el ensayo, desde que se empieza a llevar el cono hasta que se retira el cono de Abrams, debe de hacerse en un tiempo máximo de 2 minutos 30

segundos. Este ensayo debe empezar a más tardar 5 minutos de tomada la muestra representativa para la prueba.

Para finalizar, se coloca el molde al costado de la muestra ensayada y se mide la diferencia de alturas entre los centros del molde y la muestra restante.

Si ocurren derrumbamientos pronunciados o desprendimientos hacia un lado se debe repetir el ensayo con otra proporción de la muestra. Si se repite el mismo resultado en el segundo ensayo, el concreto carece de plasticidad y cohesión necesaria para que este ensayo se pueda realizar.

INFORME

Se anota el asentamiento del espécimen con un aproximado de ± 50 mm.

EXUDACIÓN

Este ensayo sirve para determinar la cantidad relativa de agua que se exuda una muestra de concreto.

Este método tiene dos formas de aplicación que se diferencian por el grado de vibrado al que se someterá las muestras.

En esta investigación se realizó el ensayo sólo por el METODO A.

Este ensayo se hace en referencia a la NTP 339.077 HORMIGON (CONCRETO), Método de ensayo gravimétrico para determinar la exudación de concreto (concreto), ASTM C 232 Standard Test Methods Bleeding of Concrete, AASHTO T 158 Standard Test Methods Bleeding of concrete.

Método A

EQUIPOS

Recipiente cilíndrico: Metálico, interior liso y libre de corrosión, lubricantes o recubrimiento, de capacidad 14 litros ($1/2$ pie³), con un diámetro interior de 255 ± 5 mm ($10 \pm 1/4$ pulg) y altura interior de 280 ± 5 mm ($11 \pm 1/4$ pulg).

Báscula: con precisión del 0.5%

Balanza (opcional): con sensibilidad de 1 gramo, para determinar la masa de agua exudada y sedimentos.

Estufa (opcional): para evaporar el agua y obtener los sedimentos.

HERRAMIENTAS

Pipeta

Probeta graduada: de 100 mL de capacidad para medir la cantidad de agua retirada.

Varilla compactadora

Recipiente metálico (opcional): Para recolectar la cantidad de agua exudada.

Capacidad de 1000 mL.

Método B

EQUIPO

Plataforma vibratoria: Plataforma sobre la que se coloca el recipiente lleno. Esta plataforma debe estar equipada con un dispositivo que registre los periodos, intermitentes de vibración, duración, frecuencia y amplitud.

Reloj.

HERRAMIENTAS

Recipiente: de acero inoxidable y resistente a la corrosión, con un diámetro superior de 290 mm (11 ½”), diámetro de fondo de 279 mm (11”), altura de 280 mm (11 1/8”) y debe tener una tapa metálica.

Ciclo vibratorio: se debe controlar la acción del motor por 3 segundos y se desconecta entre 30 segundos y le periodo de vibración dura 7 segundos.

MUESTRA

Método A:

Se recoge la muestra de concreto fresco recién mezclado y se llena el recipiente hasta una altura de 254 + 3 mm (10 + 1/8 pulg). Se nivela la superficie mediante la acción de allanado hasta obtener una superficie lisa.

Método B:

Se recoge la muestra de concreto fresco tal como en el método A, se coloca en el recipiente hasta la mitad. El tamaño de la muestra se regula mejor por masa y esta debe ser de 20 kg + 0.5 kg.

PROCEDIMIENTO

Método A: MUESTRA COMPACTADA POR APISONADO

La temperatura de la muestra debe estar entre los 18° y 24° C, iniciando la toma de temperatura de la mezcla después de apisonar y se registra el tiempo. Se cubre el recipiente con un material no absorbente, evitando el contacto directo con la mezcla, para evitar la evaporación del agua exudada.

Solo se retira la cubierta del recipiente cuando se va a extraer el agua.

El agua exudada en la mezcla se extrae en dos fases, siendo la primera fase en intervalos de 10 minutos los primeros 40 minutos y la segunda fase cada 30 minutos hasta que cese la exudación.

Se puede utilizar un bloque de 5 cm o 2 pulg para elevar un lado del recipiente durante 2 minutos facilitando la recolección del líquido. Luego de retirar el agua de la superficie se debe retornar a su posición inicial sin agitar el recipiente.

El agua exudada se coloca en una probeta graduada de 100 mL para luego ir registrando la cantidad acumulada tras cada recolección.

Para determinar los sólidos recolectados en el agua exudada, se coloca en un recipiente adecuado y se lleva a un horno para evaporar el agua y se determina su peso. La masa D de agua exudada se calcula por la diferencia de los pesos de sólidos y el total.

Método B: MEZCLA CONSOLIDADA POR VIBRACIÓN

Luego de compactar la muestra de ensayo por medios vibratorios durante el tiempo necesario hasta que la muestra este superficialmente lisa. La compactación se detiene ni bien se observa la aparición de agua libre como un brillo en la superficie.

Se tapa el recipiente y se asegura en la plataforma vibratoria firmemente. Se anota el tiempo de inicio y se continúa la vibración durante una hora.

Luego de la hora se determina el volumen total de agua exudada retirándola y colocándola en una probeta graduada de 100 mL al igual que en el Método A.

CÁLCULOS

El agua exudada se expresa por unidad de superficie y se calcula de la siguiente manera:

$$V = \frac{V_1}{A}$$

Donde:

V1 = volumen de agua exudada en mL

A= área expuesta del concreto en cm²

El agua exudada expresada como porcentaje de la cantidad neta de agua en la mezcla, se calcula:

$$\text{Exudación}(\%) = \frac{D}{C} \times 100$$

La cantidad de agua total en la muestra es:

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

Donde:

C = masa del agua en la muestra de ensayo (g)

M = masa total de la mezcla (kg)

W = mezcla de agua total (cantidad de agua total menos la absorbida por agregados) en kg

S = masa de la muestra (g)

D = masa del agua exudada en gramos o en volumen de la muestra ensayada en cm³ multiplicado por 1 g/mL

INFORME

Hasta la fecha no se ha determinado de método es más efectivo, sin embargo, ambos métodos han sido probados y se asegura que el método A es tan bueno como el método B.

TIEMPO DE FRAGUA

La muestra de mortero se obtendrá por tamizado de una muestra representativa del concreto fresco, el mortero será colocado en un recipiente y a intervalos

regulares se obtendrá una resistencia a la penetración en comparación con el tiempo transcurrido y con esto de terminar el tiempo de fraguado inicial y final.

Este método de ensayo permite determinar los tiempos requeridos para que el mortero alcance valores especificados de resistencia a la penetración los cuales corresponde a los tiempos iniciales y final de fraguado.

Este método de ensayo podrá ser utilizado para determinar los efectos de la variación de ciertos factores como la cantidad de agua, uso de aditivos reguladores del tiempo de fraguado, cantidad de material cementante (cemento), “Este método de ensayo podrá ser utilizado para determinar los efectos de variables tales como el contenido de agua; tipo y cantidad de material cementante, o aditivo regulador de tiempo de fraguado del concreto.” NTP.339.082-2001. HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo para la determinación del tiempo de fragua de mezclas por medio de su resistencia a la penetración. (p 4-18).

El ensayo se puede aplicar sobre morteros y lechadas, sin embargo cuando se hace para el concreto la muestra deberá ser el mortero tamizado que contenga las características del concreto.

APARATOS

Contenedores.- deberá ser rígidos, impermeables, no absorbentes, libres de aceite o grasa, de sección rectangular o circular. En el área superficial del mortero se aplicará diez lecturas no disturbadas de resistencia a la penetración de acuerdo a los requisitos posteriormente especificados, la dimensión lateral y alguna deberá ser de 150 mm.

Agujas de penetración.- Las agujas se ajustaran al aparato de carga las cuales serán intercambiables, con las siguientes áreas de contacto: (1 pulg², ½ pulg², ¼ pulg², 1/10 pulg², 1/20 pulg², y 1/40 pulg²)

Aparato de carga.- Puede ser hidráulico o mecánico con capacidad de carga de 600 N provisto de un medidor de carga con aproximación de 10 N o menos.

Varita compactadora.- De acero lisa de 16 mm de diámetro de longitud aprox. De 600 mm, y el borde con el cual se compacta deberá ser semiesférico.

Pipeta.- Pera de caucho u otro instrumento adecuado para extraer el agua libre de la superficie de la muestra.

Termómetro.- El termómetro será capaz de medir el mortero fresco con aprox. De 0.5 °C y deberá tener un rango de operación de -20 °C a 50 °C.

MUESTRAS

Para los ensayos en condiciones de laboratorio, los requerimientos dependerán del propósito del ensayo.

Para la evaluación o aceptación del material, se preparan por lo menos 3 tandas separadas del concreto para cada variable a investigarse. Se efectuaran el ensayo de tiempo de fragua para cada una de las tandas.

Se deberá registrar el tiempo en el que se inicia el contacto entre el cemento y el agua de mezclado.

De concreto que no es utilizado para los ensayos de revenimiento y contenido de aire se seleccionará una muestra representativa de volumen tal para llenar los contenedores hasta una altura de 140 mm.

Se obtendrá la muestra tamizando el concreto de abertura 4.76 mm sobre una abertura no absorbente.

Mezclar totalmente el mortero a mano sobre una superficie no absorbente medir y registrar la temperatura del mortero, luego se coloca el mortero sobre los contenedores en una sola capa, se consolida el mortero para eliminar las burbujas de aire y nivelar la superficie esto se realizar con ayuda de la varilla compactador golpeado a los costado y luego terminado de compactar la muestras, estas deberán estar por lo menos 10 mm debajo del borde para poder remover el agua de exudación y evitar el contacto entre la superficie del mortero y la cubierta de protección.

Se registra la temperatura ambiente al inicio y al final de ensayo. Para prevenir la excesiva evaporación de la humedad, mantener los especímenes cubiertos con algún elemento adecuado tal como un paño húmedo o una tapa impermeable.

PROCEDIMIENTO

Justo antes de realizar el ensayo de penetración, remover el agua de superficie del mortero por medio de una pipeta o instrumento adecuado. Para facilitar la colección del agua, inclinar el espécimen hasta formar un ángulo de aproximadamente 10° colocando un bloque a uno de los lados antes de remover el agua.

Dependiendo del grado de fraguado de la mezcla insertar la aguja de medida apropiada en el aparato de penetración y poner la superficie de la aguja en contacto con la superficie del mortero.

Gradual y en forma uniforme, aplicar la fuerza vertical hacia abajo hasta que la aguja penetre el mortero una profundidad de $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

El tiempo requerido para la penetración de 25 mm deberá ser de $10 \pm 2 \text{ s}$, registrar la fuerza para producir esta penetración y el tiempo, medido como el tiempo transcurrido después del contacto inicial del cemento con el agua, calcular la resistencia a la penetración. En las siguientes penetraciones se evitará las áreas donde el mortero ya ha sido disturbado por ensayos previos. La distancia entre ensayos será al menos de 2 diámetros de la aguja que está siendo utilizado y en ningún caso menor de 15 mm. La distancia entre alguna impresión de la aguja y la pared del contenedor deberá ser por lo menos de 25mm.

Ploteo de resultados.- Se puede realizar con varios procedimientos alternativos.

- Se puede determinar el tiempo de fraguado mediante una curva trazada a mano con los datos obtenidos, preparando una gráfica de resistencia de penetración versus el tiempo transcurrido utilizando escalas de 3.5 MPa y representar el tiempo de una hora en distancias de por lo menos 15 mm.
- Se puede utilizar otro método de Ploteo para determinar el tiempo de fraguado por regresión lineal de los logaritmos de los datos utilizando una calculadora, y un papel log-log, preparar el gráfico de resistencia a la penetración en las ordenadas versus el tiempo en las abscisas. Los límites de resistencia a la penetración deberán ser desde 0.1 MPa hasta 100 MPa y los límites de tiempo estarán entre 10 min a 10000 min.
- Utilizar el siguiente procedimiento si se dispone de un programa de cómputo adecuado para plotear los resultados de ensayo y los límites del

tiempo de fraguado por análisis de regresión de los datos. Conforme se van obteniendo los resultados, ingresar la resistencia y el tiempo de penetración en la computadora y plotear la resistencia a la penetración en las ordenadas y el tiempo transcurrido en las abscisas. Luego de esto mediante el programa nos arrojará las ecuaciones del desarrollo de la resistencia en función del tiempo.

Para mezclas de concretos convencionales la temperatura deberá estar entre 20°C a 26°C, realizar la penetración luego de 3 horas a 4 horas del contacto inicial entre el cemento y agua y los ensayos posteriores se realizarán en intervalos de 0.5 a hora. Para muestras con contenga aditivos aceleradores es recomendable empezar el ensayo dentro de 1 hora posteriores al contacto agua-cemento y los siguientes intervalos a 0.5 horas, Para mezclas que tenga retardantes o temperaturas bajas el ensayo podrá ser realizado hasta que transcurra un tiempo de 4 o 6 horas, en cualquier caso de ser requerido las penetraciones podrán justarse a lo necesario y dependiendo de la velocidad del fraguado se podrá obtener el número requerido de penetración.

Efectuar por lo menos 6 penetraciones por cada ensayo de tiempo de fraguado, con intervalos de tiempo de duración adecuada como para obtener una curva satisfactoria a la penetración. Continuar el ensayo hasta que la resistencia sea de al menos 4000 Psi.

CALCULO

Para cada variable bajo investigación, plotear separadamente los resultados de 3 o más ensayo de tiempo de fraguado. Y para cada ploteado se deberá realizar una curva con los datos obtenidos. Se descartar los puntos que son obviamente atípicos de la tendencia definida por el resto de los puntos.

Para cada ploteo se deberá determinar los tiempos de fraguado inicial y final como los tiempos en que la resistencia a la penetración sea iguales a (500 psi) y (4000 psi). Para las curvas realizada por cálculo o computadora se utilizará una curva de regresión que mejor se ajuste por medio de interpolación. Se registrará los tiempos de fragua en horas y minutos con aproximación a los 5 minutos.

INFORME

Datos de la mezcla de concreto.

- Marca y tipo de los materiales cementantes , de los materiales agregado fino, grueso, etc., tamaño máximo nominal de agregado grueso y relación agua-cemento
- Nombre, tipo y cantidad de aditivo utilizado.
- Contenido de aire del concreto fresco.
- Revenimiento de concreto
- Temperatura de mortero después de tamizado.
- Registro de temperatura ambiente durante el ensayo
- Fecha de ensayo

Resultados de ensayo de tiempo de fraguado.- Reportar la siguiente información sobre ensayo

- Una curva de resistencia a la penetración versus el tiempo transcurrido de cada ensayo.
- Los tiempos de fraguado inicial y final de cada ensayo serán reportados en horas minutos, con aproximación al minuto.
- El tiempo promedio de fraguado inicial y final para cada condición de ensayo.

RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión permite determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto con un peso unitario de 800 kg/m^3 (50 lb/pe^3).

Esta norma hace referencia NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, ASTM C 39-39M-2005 Standard Test Method Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, AASHTO T 22-2005 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.

EQUIPOS

- Máquina de ensayo: Máquina para ensayo a compresión que tenga la capacidad de carga suficiente y que reúna con las condiciones de velocidad de carga permitidas. Esta máquina debe ser calibrada de acuerdo a la norma ASTM E-4 "Práctica para la verificación de la carga de las máquinas de Ensayo". La máquina debe contener bloques de carga de acero con las caras endurecidas.

La carga resultante no se debe corregir bajo ningún criterio, ni mediante cálculos, ni mediante el uso de diagramas de calibración.

MUESTRA

Las probetas o muestras para rotura no se deben ensayar si los diámetros del cilindro en la parte inferior y la parte superior difieren en más del 2%.

Ninguna muestra ensayada a compresión se debe separar de la perpendicularidad del eje en más de 0.5° equivalente a 3mm en 300 mm (0.12" en 12" aproximadamente).

El diámetro utilizado para calcular el área de sección transversal de la muestra para cálculo se debe determinar con una precisión de 0.25 mm (0.01") promediando los diámetros medidos en ángulo recto.

Las caras de la base y la parte superior de las rosetas se deben uniformizar ya sea con pats de neopreno o con capping.

PROCEDIMIENTO

Las muestras deben estar curadas y preparadas tal como se indicó en la preparación de la muestra.

Las muestras deben permanecer húmedas para el ensayo de rotura y los tiempos de curado deben estar dentro de las tolerancias que se especifican en el siguiente cuadro:

TABLA 26

TOLERANCIAS DE EDAD DE ENSAYO DE ESPECIMENES

EDAD DEL ENSAYO	EDAD DEL ENSAYO
12 horas	0,25 o 2,1%
24 horas	± 0,5 horas o 2,1 %

3 días	2 horas o 2,28%
7 días	6 horas o 3,6%
28 días	20 horas 3,0%
56 días	40 horas o 3,0%
90 días	2 días o 2,2%

FUENTE: *Manual de ensayo de materiales MTC*

La muestra se coloca dentro de la máquina de rotura, colocando primero la parte inferior y ajustando la parte superior limpiando adecuadamente las superficies de la máquina que tendrán contacto con la probeta. Se mantiene alineado el eje de la probeta y se verifica que el indicador de carga este en cero.

La velocidad de carga del ensayo se aplica gradualmente y continuo sin dar golpes bruscos. Este valor debe estar comprendido en el rango de 0.25 ± 0.05 MPa/s (35 ± 7 psi/s) y debe mantenerse al menos hasta la mitad del ciclo de ensayo.

La carga debe ser aplicada hasta que el indicador de la misma comienza a decrecer de forma continua y la probeta presenta un patrón de falla definido.

En el caso de que se haya refrentado el cilindro y se parta por una esquina se debe continuar el ensayo hasta tener la certeza de que se ha logrado obtener la carga última. Se registra la carga máxima del cilindro y se anota un el patrón de falla.

Si la resistencia final es menor de la esperada se debe examinar la probeta para detectar evidencias de segregación, zonas vacías o si la rotura atraviesa los agregados e influir las condiciones de refrentado.

CALCULO

La resistencia a compresión se calcula dividiendo la cara máxima soportada por la probeta en el ensayo con el promedio de áreas de sección trasversal determinada en la preparación de la muestra y se expresa el resultado con una aproximación de ± 0.1 MPa (± 10 psi).

Si la relación entre la longitud de la probeta y su diámetro promedio es de 1.75 o menos, se corrige el resultado multiplicando por un factor. Este factor de

corrección se aplica a concretos livianos que pesen entre 1600 y 1920 kg/m³ y a concretos de peso normal, secos o húmedos al momento de la rotura. Este factor de corrección se aplica a concretos con una resistencia de 15 MPa y 45 MPa. Para concretos de resistencias mayores, se revisa la siguiente referencia: Barlett, F.M. y J.G. MacGregor. "Effect of Core Length-to-Diameter Ratio on Concrete Core Strength." ACI Materials Journal, Vol. 91, No. 4, July-August, 1994, pp. 339-348.

Si es que se requiere se puede calcular la densidad de la muestra con una precisión de ± 10 kg/m³ (1 lb/pie³) y se calcula de la siguiente manera:

$$Densidad = \frac{W}{V}$$

Donde:

W = Masa aparente de la muestra sumergida (kg, lb)

V = Volumen de la probeta calculada con el diámetro promedio y la longitud promedio. También se puede pesar el cilindro al aire y sumergido al agua (m³, pie³)

En el caso de que se sumerja la probeta se utiliza a siguiente fórmula:

$$V = \frac{W - W_s}{Y_w}$$

Donde:

W = masa de la muestra al aire (kg, lb)

Ws= masa de la muestra sumergida (kg, lb)

Yw = densidad del agua a 23°C = 997.5 kg/m³ (62,27 lbs/pie³)

INFORME

- El informe debe incluir los siguientes datos:
- Código de probeta o número de identificación del cilindro.
- Diámetro y longitud de cada muestra ensayada (mm, pulg)
- Área de la sección transversal (cm², pulg²)
- Carga máxima soportada (KN, lbf)
- Resistencia a la compresión calculada con una precisión de 0.1 MPa (10 psi) (MPa, psi)
- Edad de la probeta
- Observaciones en el refrentado o defectos.

- Densidad con una precisión de 10 kg/m³ (1 lb/pie³)
- Tipo de falla de rotura de cada probeta

El tipo de falla de rotura se puede describir dentro de los siguientes patrones de falla propuestos, en caso de que no se encuentre el tipo de falla entre estos, se debe describir y dibujar.

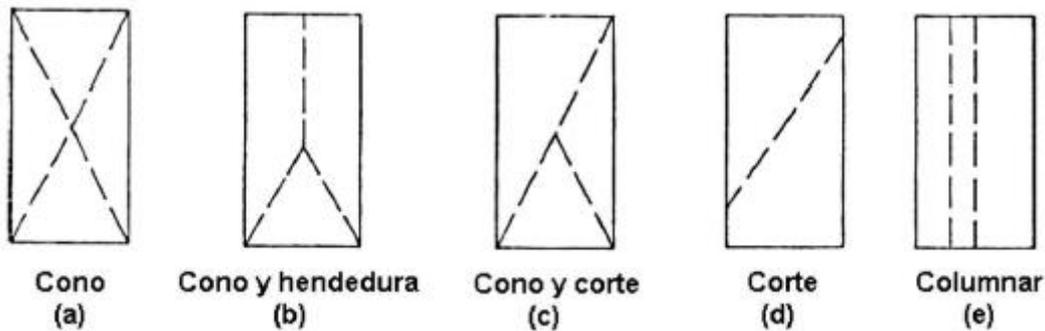


ILUSTRACIÓN 2 TIPOS DE FALLA DE PROBETA ROTAS A COMPRESIÓN

Recopilado del Manual de Ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

INSTRUMENTOS

A continuación, se tiene las fichas de recolección de datos de cada ensayo:

- Ficha de evaluación de la trabajabilidad (ver anexos)
- Ficha de recolección de ensayo de exudación (ver anexos)
- Ficha de observación de tiempo de fragua (ver anexos)
- Ficha de observación de ensayo de compresión (ver anexos)

3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- **TRABAJABILIDAD**

Se siguieron los procedimientos explicados en el marco teórico para recolectar datos y hacer las comparaciones respectivas.

**GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO
CUADRO 1**

DATOS DE ASENTAMIENTO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)

FICHA DE EVALUACION DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO		
DESCRIPCION	MEDIDA	
PRUEBA N° 01 - S/A	pulg.	3.00
	cm.	7.62
PRUEBA N° 02 - S/A	pulg.	3.50
	cm.	8.89
PRUEBA N° 03 - S/A	pulg.	3.25
	cm.	8.26
PRUEBA N° 04 - S/A	pulg.	3.50
	cm.	8.89

***FUENTE:** Elaboración propia.*

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

CUADRO 2

DATOS DE ASENTAMIENTO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

FICHA DE EVALUACION DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA: GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO		
DESCRIPCION	MEDIDA	
PRUEBA N° 01 - C/A	pulg.	6.25
	cm.	15.88
PRUEBA N° 02 - C/A	pulg.	6.50
	cm.	16.51
PRUEBA N° 03 - C/A	pulg.	6.75
	cm.	17.15
PRUEBA N° 04 - C/A	pulg.	6.25
	cm.	15.88

***FUENTE:** Elaboración propia.*

- **EXUDACIÓN**

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

1° Se recolectó la mezcla sin aditivo del grupo control, según indica el procedimiento del ensayo, se toman los siguientes datos:

Peso de la mezcla + Molde (Estado Fresco) (gr)	= 22360
Peso Molde (gr)	= 4565
Tamaño Máximo Nominal (pulgada)	= 3/4"
Peso de mezcla + Molde (Estado seco) (gr)	= 22325
Diámetro interno del molde o área expuesta (cm)	= 20.38

2° Se recolectó el agua exudada durante las 04:40 horas que duró el ensayo obteniendo:

$$\text{Masa de agua exudada total} = 35.18 \text{ gr}$$

3° Luego procedimos a calcular los datos requeridos para hacer el cálculo entre áreas, pesos y volúmenes:

- PESO DE LA MEZCLA

$$PESO DE LA MEZCLA = 22360 - 4665 = 17795 \text{ gr} = 17.795 \text{ kg}$$

- ÁREA EXPUESTA

$$AREA EXPUESTA = \pi \times 20.38^2 \div 4 = 326.21 \text{ cm}^2$$

- VOLUMEN DEL MOLDE

$$VOLUMEN DEL MOLDE = AREA EXPUESTA \times ALTURA$$

$$VOLUMEN DEL MOLDE = 326.21 \times 29 = 9460.11114 \text{ cm}^3$$

4° Se procedió a calcular el volumen de exudación (mL/cm) utilizando las siguientes formulas:

- VELOCIDAD DE EXUDACIÓN

$$VELOCIDAD DE EXUDACION_i = \left(\frac{\text{Volumen de agua exudado}_i \text{ (mL)}}{\text{Intervalo de tiempo (min o hora)}} \right)$$

- VOLUMEN DE EXUDACION

$$VOLUMEN DE EXUDACION_i = \frac{\text{Volumen de agua exudada}_i \text{ (mL)}}{\text{Area expuesta de concreto}_i \text{ (cm}^2\text{)}}$$

5° Finalmente se organizan los resultados obtenidos en el siguiente cuadro tras aplicar las fórmulas ya descritas:

CUADRO 3
CALCULO DE VOLUMEN DE EXUDACIÓN POR ÁREA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)

HORA	INTER. DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUM. (min)	VOLUMEN EXUDADO ACUM. (mL)	VOLUMEN DE AGUA EXUDADO (mL)	VELOCIDAD DE EXUDACION (mL/hr)	VELOCIDAD DE EXUDACION (mL/min)	VOLUMEN DE EXUDACION (mL/cm ²)
10:17	0	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
10:27	10	10	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
10:37	10	20	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
10:47	10	30	4.90	4.90	9.80	0.163	0.015
10:57	10	40	7.10	2.20	10.65	0.178	0.007
11:27	30	70	13.30	6.20	11.40	0.190	0.019
11:57	30	100	19.50	6.20	11.70	0.195	0.019
12:27	30	130	25.30	5.80	11.68	0.195	0.018
12:57	30	160	29.00	3.70	10.88	0.181	0.011
13:27	30	190	32.60	3.60	10.29	0.172	0.011
13:57	30	220	37.20	4.60	10.15	0.169	0.014
14:27	30	250	38.20	1.00	9.17	0.153	0.003
14:57	30	280	38.30	0.10	8.21	0.137	0.000

FUENTE: *Elaboración propia.*

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

1° Se recolectó la mezcla con aditivo Sika® Cem Plastificante del grupo experimental, según indica el procedimiento del ensayo, se toman los siguientes datos:

Peso de la mezcla + Molde (Estado Fresco) (gr)	= 23960
Peso Molde (gr)	= 4565
Tamaño Máximo Nominal (pulg)	= 3/4"
Peso de mezcla + Molde (Estado seco) (gr)	= 23905
Diámetro interno del molde o área expuesta (cm)	= 20.38

2° Se recolectó el agua exudada durante las 05:40 horas que duró el ensayo obteniendo:

Masa de agua exudada total = 50.0 gr

3° Luego procedimos a calcular los datos requeridos para hacer el cálculo entre áreas, pesos y volúmenes:

- PESO DE LA MEZCLA

$$PESO DE LA MEZCLA = 22360 - 4665 = 17795 \text{ gr} = 17.795 \text{ kg}$$

- ÁREA EXPUESTA

$$AREA EXPUESTA = \pi \times 20.38^2 \div 4 = 326.21 \text{ cm}^2$$

- VOLUMEN DEL MOLDE

$$VOLUMEN DEL MOLDE = AREA EXPUESTA \times ALTURA$$

$$VOLUMEN DEL MOLDE = 326.21 \times 29 = 9460.11114 \text{ cm}^3$$

4° De la misma forma que en el grupo control, se procedió a calcular el volumen de exudación (mL/cm) utilizando las siguientes formulas:

- VELOCIDAD DE EXUDACIÓN

$$VELOCIDAD DE EXUDACION_i = \left(\frac{Volumen de agua exudado_i (mL)}{Intervalo de tiempo (min o hora)} \right)$$

- VOLUMEN DE EXUDACION

$$VOLUMEN DE EXUDACION_i = \frac{Volumen de agua exudada_i (mL)}{Area expuesta de concreto_i (cm^2)}$$

5° Finalmente se organizan los resultados obtenidos para el grupo experimental en el siguiente cuadro tras aplicar las formulas ya descritas:

CUADRO 4

CALCULO DE VOLUMEN DE EXUDACIÓN POR ÁREA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

HORA	INTER. DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUM. (min)	VOLUMEN EXUDADO ACUM. (mL)	VOLUMEN DE AGUA EXUDADO (mL)	VELOCIDAD DE EXUDACION (mL/hr)	VELOCIDAD DE EXUDACION (mL/min)	VOLUMEN DE EXUDACION (mL/cm ²)
09:10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09:20	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09:30	10.00	20.00	1.50	1.50	4.50	0.08	0.00
09:40	10.00	30.00	2.60	1.10	5.20	0.09	0.00
09:50	10.00	40.00	2.90	0.30	4.35	0.07	0.00
10:20	30.00	70.00	6.40	3.50	5.49	0.09	0.01
10:50	30.00	100.00	11.80	5.40	7.08	0.12	0.02
11:20	30.00	130.00	15.40	3.60	7.11	0.12	0.01
11:50	30.00	160.00	20.80	5.40	7.80	0.13	0.02
12:20	30.00	190.00	24.90	4.10	7.86	0.13	0.01
12:50	30.00	220.00	31.10	6.20	8.48	0.14	0.02
13:20	30.00	250.00	37.00	5.90	8.88	0.15	0.02
13:50	30.00	280.00	44.10	7.10	9.45	0.16	0.02
14:20	30.00	310.00	48.00	3.90	9.29	0.15	0.01
14:50	30.00	340.00	51.20	3.20	9.04	0.15	0.01

FUENTE: Elaboración propia.

- **TIEMPO DE FRAGUA**

Se siguieron los procedimientos especificados del ensayo que se detalló en el marco teórico para tiempo de fragua, siendo el mismo procedimiento para ambos grupos. Se realizaron dos ensayos por grupo.

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

1° Se separa una proporción de mezcla fresca de concreto y se tamiza por la malla N° 4 para rellenarlos en moldes cuadrados o cilíndricos varillando para compactar a una sola capa y se va controlando la temperatura de la muestra. Se toma nota de la hora de inicio de contacto de agua con el cemento.

2° Se fue extrayendo el agua que exudaba la muestra para luego hacer las pruebas con las agujas con intervalos de tiempo de entre 30 a 60 minutos.

3° En función a los datos recolectados se calcula la resistencia a la penetración:

$$RESISTENCIA\ A\ LA\ PENETRACION = \frac{Fuerza\ (lb)}{Area\ (pulg^2)}$$

4° Aplicando la fórmula obtenemos los siguientes cuadros:

Ensayo N° 01

CUADRO 5

CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) – PRUEBA N° 01

HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (horas)	TIEMPO (minutos)	DIÁMETRO DE AGUJA (pulg)		ÁREA (Pulg²)	FUERZA (Libras)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI)
			FRACCIÓN	ENTERO			
01:30	04:05:00	245	1 1/8	1.125	0.994	200	201.203
02:00	04:35:00	275	13/16	0.813	0.518	176	339.450
02:30	05:05:00	305	9/16	0.563	0.249	170	684.091
03:00	05:35:00	335	3/8	0.375	0.110	102	923.523
03:30	06:05:00	365	1/4	0.250	0.049	96	1955.696
04:05	06:40:00	400	3/16	0.188	0.028	114	4128.691

FUENTE: *Elaboración propia.*

Ensayo N° 02

CUADRO 6

CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) – PRUEBA N° 02

HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (horas)	TIEMPO (minutos)	DIÁMETRO DE AGUJA (pulg)		ÁREA (Pulg ²)	FUERZA (Libras)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI)
			FRACCIÓN	ENTERO			
01:35	04:05:00	245	1 1/8	1.125	0.994	200	201.203
02:05	04:35:00	275	13/16	0.813	0.518	190	366.452
02:35	05:05:00	305	9/16	0.563	0.249	194	780.669
03:05	05:35:00	335	3/8	0.375	0.110	140	1267.581
03:35	06:05:00	365	1/4	0.250	0.049	120	2444.620
04:20	06:40:00	410	3/16	0.188	0.028	124	4490.857

FUENTE: Elaboración propia.

Se considera como tiempo de inicio de fragua cuando la fuerza sobre la superficie de la muestra aplicada en el penetrómetro mecánico pasa los 500 PSI.

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

Se sigue el mismo procedimiento que en el grupo control para la realización del ensayo y la recolección de datos.

Ensayo N° 01

CUADRO 7

CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO) – PRUEBA N° 01

HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO (horas)	TIEMPO (minutos)	DIÁMETRO DE AGUJA		ÁREA (Pulg ²)	FUERZA (Libras)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI)
			FRACCIÓN	ENTERO			
02:20	05:00:00	300	1 1/8	1.125	0.99	118	118.710
03:02	05:42:00	342	13/16	0.813	0.52	125	241.087
03:33	06:13:00	373	9/16	0.563	0.25	140	563.369
04:03	06:43:00	403	3/8	0.375	0.11	125	1131.768
04:30	07:10:00	430	¼	0.250	0.05	87	1772.349
05:18	07:58:00	478	3/16	0.188	0.03	115	4164.908

FUENTE: Elaboración propia.

Ensayo N° 02

CUADRO 8 CALCULO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO) – PRUEBA N° 02

HORA	TIEMPO TRANSCURRI DO (horas)	TIEMPO (minutos)	DIÁMETRO DE AGUJA		ÁREA (Pulg ²)	FUERZA (Libras)	RESISTENCI A A LA PENETRACI ÓN (PSI)
			FRACCIÓN	ENTERO			
02:20	05:00:00	300	1 1/8	1.125	0.99	114	114.686
03:02	05:42:00	342	13/16	0.813	0.52	168	324.021
03:35	06:15:00	375	9/16	0.563	0.25	159	639.826
04:05	06:45:00	405	3/8	0.375	0.11	129	1167.985
04:34	07:14:00	434	¼	0.250	0.05	122	2485.364
05:02	07:42:00	462	3/16	0.188	0.03	111	4020.042

FUENTE: *Elaboración propia.*

Se considera como tiempo de inicio de fragua cuando la fuerza sobre la superficie de la muestra aplicada en el penetrómetro mecánico pasa los 500 PSI.

• RESISTENCIA AL COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión se evaluó en roturas a las edades de 7, 14 y 28 días. Este ensayo se realizó al concreto ya endurecido a probetas de 6" por 12". Se calculó el área de contacto según las indicaciones del ensayo ya dados en el marco teórico.

1° Para los cálculos se empieza con el área de contacto para a rotura que se calcula de la siguiente manera:

$$AREA = \pi \times DIAMETRO^2 \div 4$$

En nuestro caso, se estandarizo la medida del área de contacto según indica la Norma por ser menos de 50 probetas de rotura siendo el diámetro estandarizado de 15.20 cm para todas las probetas tras medirlas.

$$AREA = \pi \times 15.20^2 \div 4 = 181.4584 \text{ cm}^2$$

2° La resistencia a la compresión de cada rotura se calculó con la siguiente fórmula:

$$F'c = Fuerza \div Area \text{ de contacto}$$

Cada F'c calculado se muestra en los siguientes cuadros:

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

Cada grupo de rotura, para el diseño de mezcla sin aditivo, correspondiente a los 7 y 14 días fue de 3 probetas cada uno y la rotura para los 28 días fue de 6 probetas.

DIA 7

Esta rotura se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

CUADRO 9
CALCULO DEL F[']c DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO
CONTROL (SIN ADITIVO)

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (KN)	D (cm)	AREA (cm ²)	F ['] c (Kg/cm ²)
PSA=01	09/04/2018	16/04/2018	7	475.00	15.20	181.458	266.838
PSA=02	09/04/2018	16/04/2018	7	440.50	15.20	181.458	247.457
PSA=03	09/04/2018	16/04/2018	7	474.21	15.20	181.458	266.394

FUENTE: Elaboración propia.

DIA 14

Esta rotura se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

CUADRO 10
CALCULO DEL F[']c DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO
CONTROL (SIN ADITIVO)

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (KN)	D (cm)	AREA (cm ²)	F ['] c (Kg/cm ²)
PSA=04	09/04/2018	23/04/2018	14	575.30	15.20	181.458	323.183
PSA=05	09/04/2018	23/04/2018	14	523.21	15.20	181.458	293.921
PSA=06	09/04/2018	23/04/2018	14	559.15	15.20	181.458	314.110

FUENTE: Elaboración propia.

DIA 28

Este último grupo de rotura a la edad de 28 días, fue de 6 probetas que se muestran en este último cuadro:

CUADRO 11
CALCULO DEL F_c DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO
CONTROL (SIN ADITIVO)

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (KN)	D (cm)	AREA (cm ²)	F _c (Kg/cm ²)
PSA=07	09/04/2018	07/05/2018	28	667.30	15.2	181.458	374.865
PSA=08	09/04/2018	07/05/2018	28	695.37	15.2	181.458	390.634
PSA=09	09/04/2018	07/05/2018	28	656.17	15.2	181.458	368.613
PSA=10	09/04/2018	07/05/2018	28	699.89	15.2	181.458	393.173
PSA=11	09/04/2018	07/05/2018	28	677.03	15.2	181.458	380.331
PSA=12	09/04/2018	07/05/2018	28	605.95	15.2	181.458	340.401

***FUENTE:** Elaboración propia.*

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

Cada grupo de rotura, para el diseño de mezcla con aditivo Sika® Cem Plastificante, correspondiente a los 7 y 14 días fue de 3 probetas cada uno y la rotura para los 28 días fue de 6 probetas.

DIA 7

Esta rotura con aditivo se hizo a la edad de 07 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

CUADRO 12
CALCULO DEL F_c DEL CONCRETO A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (KN)	D (cm)	AREA (cm ²)	F _c (Kg/cm ²)
PCA=01	10/04/2018	17/04/2018	7	476.99	15.20	181.458	267.956
PCA=02	10/04/2018	17/04/2018	7	484.16	15.20	181.458	271.984
PCA=03	10/04/2018	17/04/2018	7	488.2	15.20	181.458	274.253

***FUENTE:** Elaboración propia.*

DIA 14

Esta rotura con aditivo se hizo a la edad de 14 días mostrando los resultados en el siguiente cuadro:

CUADRO 13
CALCULO DEL F_c DEL CONCRETO A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (KN)	D (cm)	AREA (cm ²)	F _c (Kg/cm ²)
PCA=04	10/04/2018	24/04/2018	14	657.83	15.20	181.458	369.545
PCA=05	10/04/2018	24/04/2018	14	687.83	15.20	181.458	386.398
PCA=06	10/04/2018	24/04/2018	14	633.6	15.20	181.458	355.934

FUENTE: *Elaboración propia.*

DIA 28

Este último grupo de rotura con aditivo a la edad de 28 días, fue de 6 probetas que se muestran en este último cuadro:

CUADRO 14
CALCULO DEL F_c DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (KN)	D (cm)	AREA (cm ²)	F _c (Kg/cm ²)
PCA=07	10/04/2018	08/05/2018	28	669.39	15.20	181.458	376.039
PCA=08	10/04/2018	08/05/2018	28	678.86	15.20	181.458	381.359
PCA=09	10/04/2018	08/05/2018	28	673.38	15.20	181.458	378.281
PCA=10	10/04/2018	08/05/2018	28	645.58	15.20	181.458	389.505
PCA=11	10/04/2018	08/05/2018	28	690.16	15.20	181.458	387.707
PCA=12	10/04/2018	08/05/2018	28	723.6	15.20	181.458	406.492

FUENTE: *Elaboración propia.*

3.8. TECNICAS Y ANALISIS DE DATOS

Se utilizó el programa Microsoft Excel para realizar el análisis estadístico de los resultados obtenidos por los ensayos de Trabajabilidad, Exudación, Tiempo de Fragua y Resistencia a la compresión.

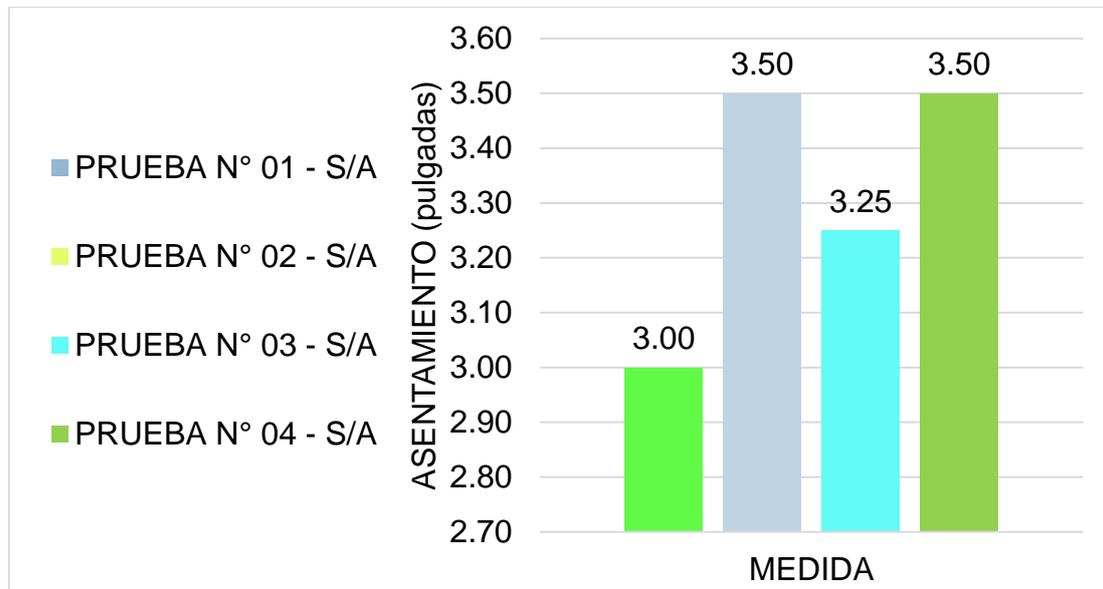
Asimismo, el programa Microsoft Excel nos ayudó a generar fórmulas utilizadas en los ensayos tales como las proyecciones semilogarítmicas de la resistencia a la compresión y del tiempo de fragua.

A continuación se muestran los análisis estadísticos de los ensayos, en los cuales se pudo calcular la media o promedio, mediana, coeficientes de desviación estándar y coeficientes de variación para poder así realizar el análisis de cada grafica obtenida por cada cuadro que se muestran a continuación:

A) TRABAJABILIDAD

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

GRÁFICO 1
ASENTAMIENTO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

La media aritmética o promedio de las pruebas realizadas es de 3.31 pulgadas, que indica que el diseño de mezcla de concreto elaborado se encuentra dentro del rango de consistencia plástica.

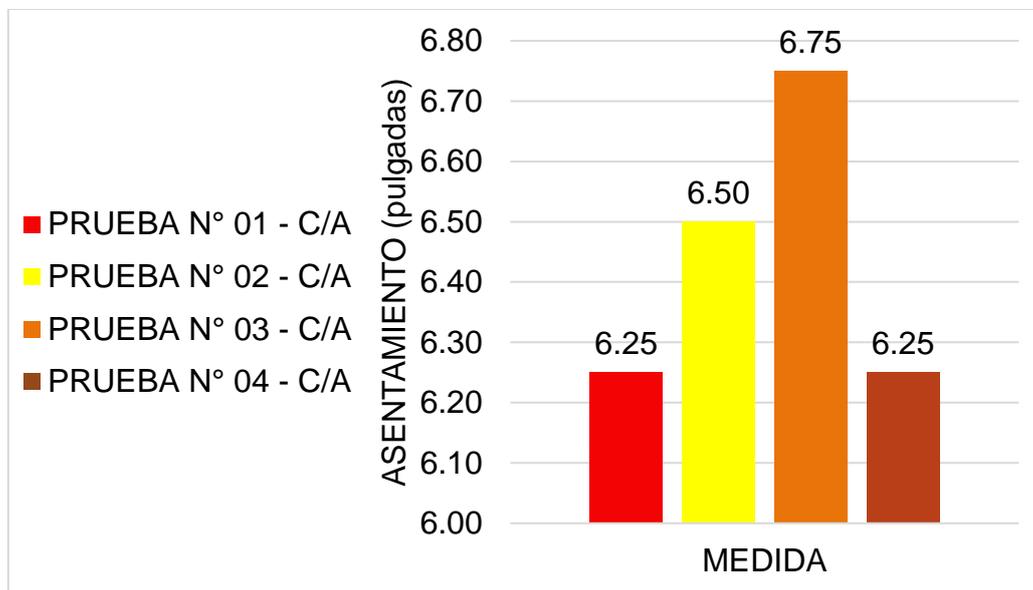
La mediana de los datos obtenidos de las pruebas realizadas es de 3.50 pulgadas que nos indica el valor intermedio de asentamiento dentro de todos los ensayos realizados.

La desviación típica o estándar de las pruebas realizadas es de 0.239357, el coeficiente de variación es 7.225865 y la varianza es de 0.057292. Estos datos nos indican la dispersión de los valores obtenidos.

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

GRÁFICO 2

ASENTAMIENTO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

La media aritmética o promedio de las pruebas realizadas para asentamiento es de 6.44 pulgadas, que indica que el diseño de mezcla de concreto elaborado se encuentra dentro del rango de consistencia fluida.

La mediana de los datos obtenidos de las pruebas realizadas es de 6.625 pulgadas que nos indica el valor intermedio de asentamiento dentro de todas las pruebas realizadas para este ensayo.

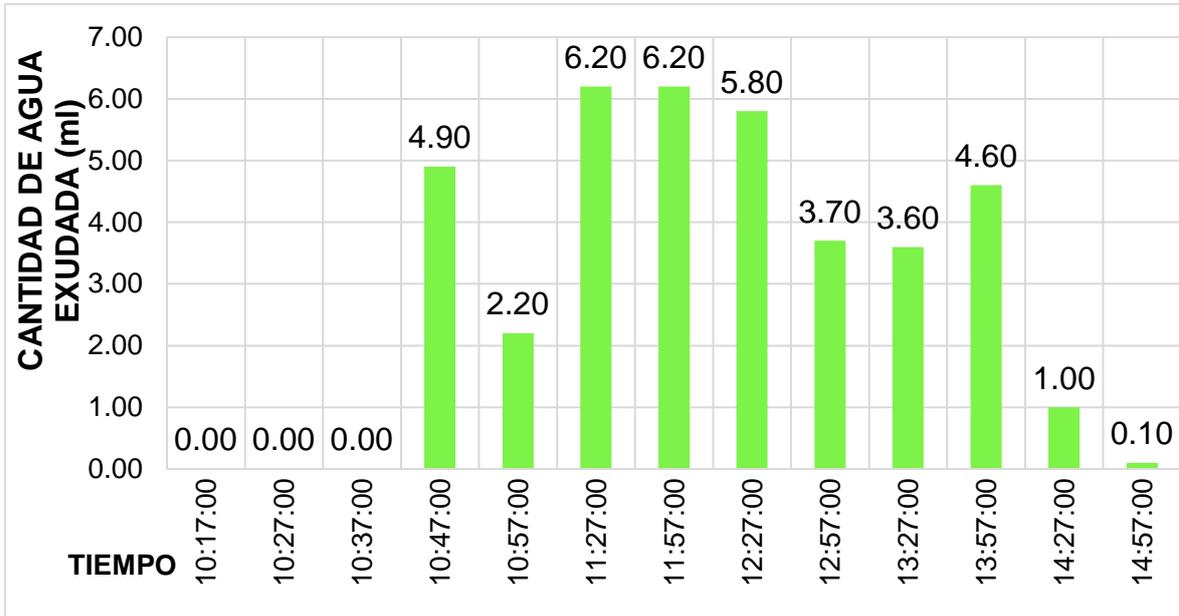
La desviación típica o estándar de las pruebas realizadas es de 0.239357, el coeficiente de variación es 3.718164 y la varianza es de 0.057292. Estos datos nos indican la dispersión de los valores obtenidos.

B) EXUDACION

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

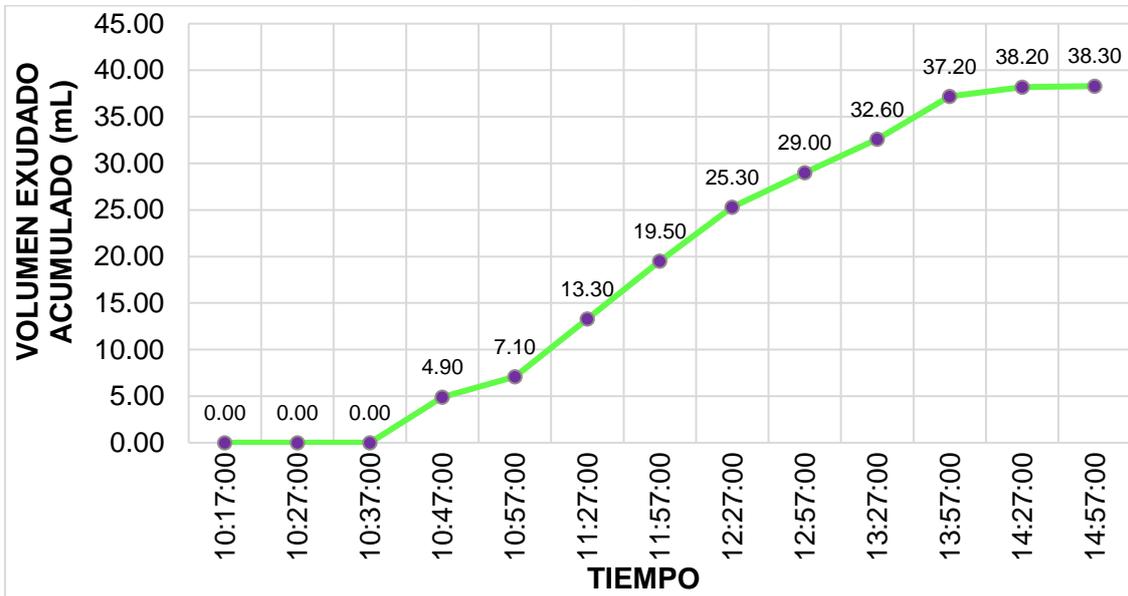
En función a los valores obtenidos y calculados en el cuadro N° 3, se realizaron las siguientes gráficas:

GRÁFICO 3
VOLUMEN EXUDADO POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



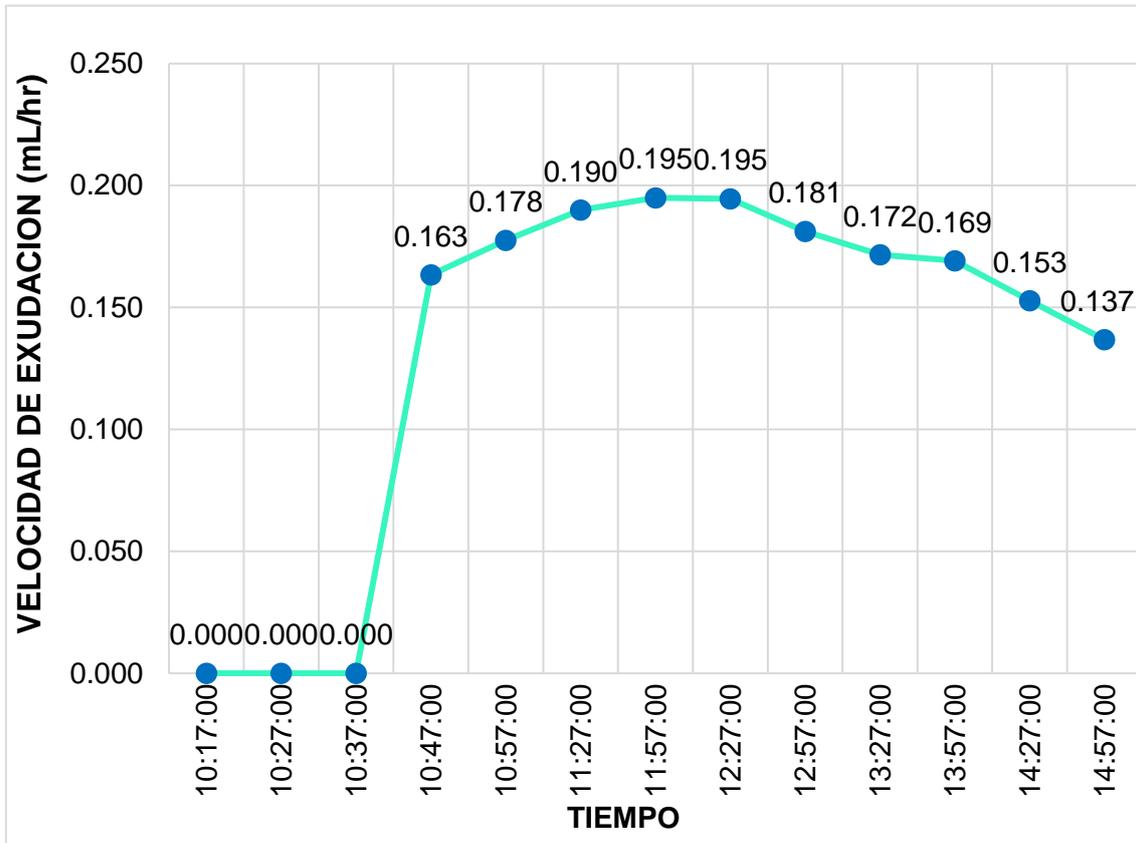
FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 4
VOLUMEN EXUDADO ACUMULADO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 5
VELOCIDAD DE EXUDACIÓN POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



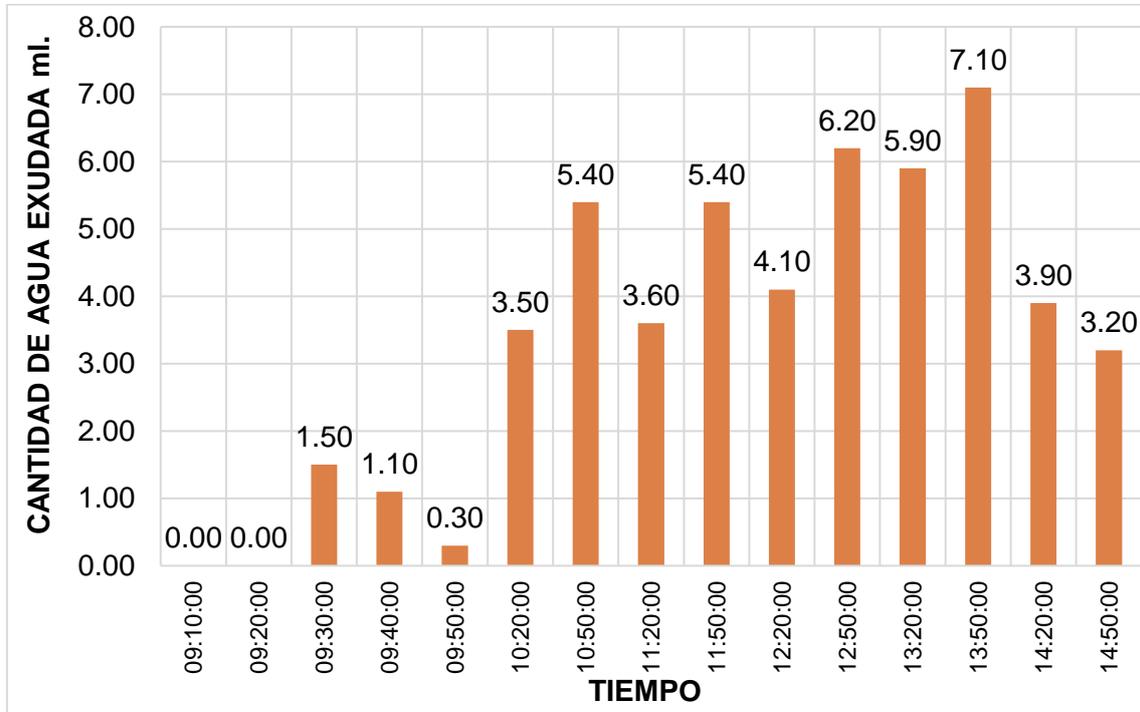
FUENTE: *Elaboración propia.*

La velocidad de exudación por intervalo de tiempo se muestra en el gráfico N° 3.

La exudación en la muestra sin aditivo duró 04:40 horas o 280 minutos dejando un volumen de 38.30 mL sobre el área de exudación de la muestra. Al dividir el volumen exudado total sobre el área total de la muestra obtuvimos el agua de exudación por unidad de superficie que fue de 0.11741 mL/cm². El porcentaje de agua extraída en función al total del volumen de la mezcla de concreto es del 2.496% y la velocidad promedio de exudación fue de 0.13 mL/min.

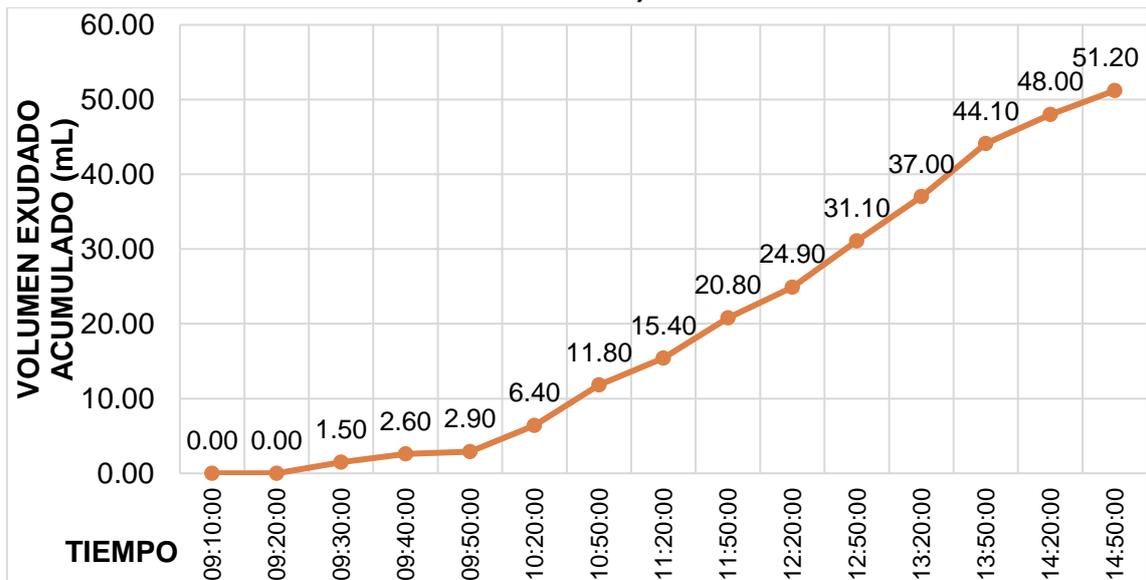
**GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CON ADITIVO**

**GRÁFICO 6
VOLUMEN EXUDADO POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)**



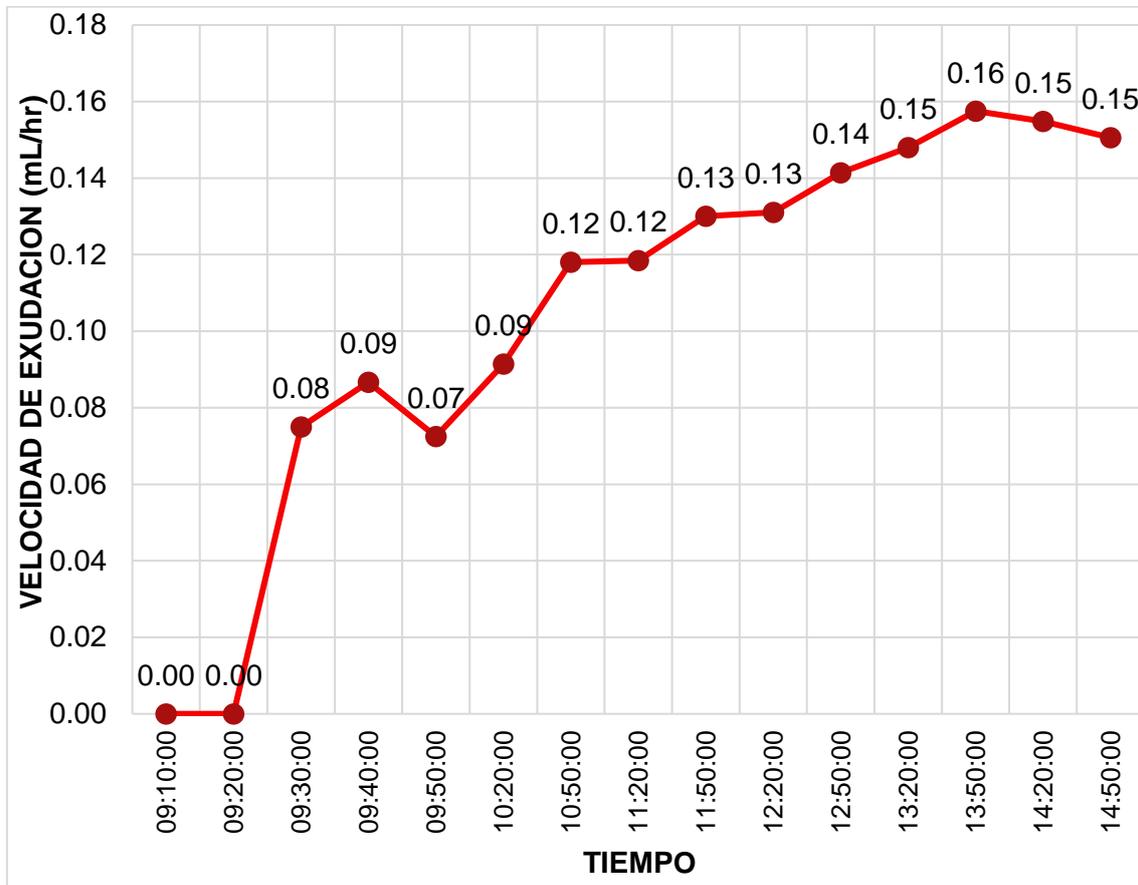
FUENTE: Elaboración propia.

**GRÁFICO 7
VOLUMEN EXUDADO ACUMULADO DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON
ADITIVO)**



FUENTE: Elaboración propia.

GRÁFICO 8
VELOCIDAD DE EXUDACION POR INTERVALO DE TIEMPO DEL GRUPO
EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

La exudación en la muestra sin aditivo duró 05:40 horas o 340 minutos dejando un volumen de 51.20 mL sobre el área de exudación de la muestra. Al dividir el volumen exudado total sobre el área total de la muestra con aditivo Sika® cem Plastificante, obtuvimos el agua de exudación por unidad de superficie que fue de 0.15695 mL/cm². El porcentaje de agua extraída en función al total del volumen de la mezcla de concreto es del 3.061% y la velocidad promedio de exudación fue de 0.15 mL/min.

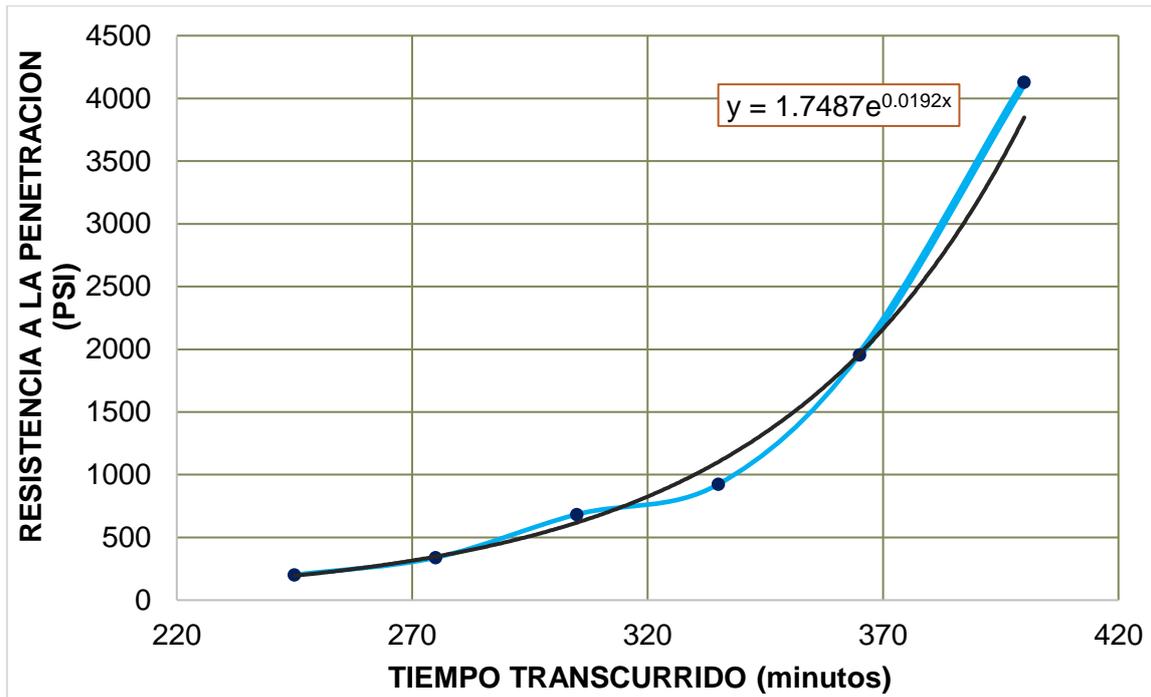
C) TIEMPO DE FRAGUA

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

Ensayo N° 1

GRÁFICO 9

CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 01 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

La curva de la gráfica obtenida por los datos del ensayo N°1 corresponde a la siguiente ecuación:

$$y = 1.7487e^{0.0192x}$$

Tras hallar la ecuación se puede determinar el tiempo de fragua inicial y final de la muestra, reemplazando los valores de Y como la fuerza de penetración igual a 500 PSI inicial y 4000 PSI final respectivamente, obteniendo los valores de X como el tiempo de fragua inicial y el tiempo de fragua final de la muestra.

CUADRO 15

TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 1 SIN ADITIVO

		HORAS	MINUTOS
FRAGUA INICIAL (500 PSI)	294.57 min	4	55
FRAGUA FINAL (4000 PSI)	402.87 min	6	43

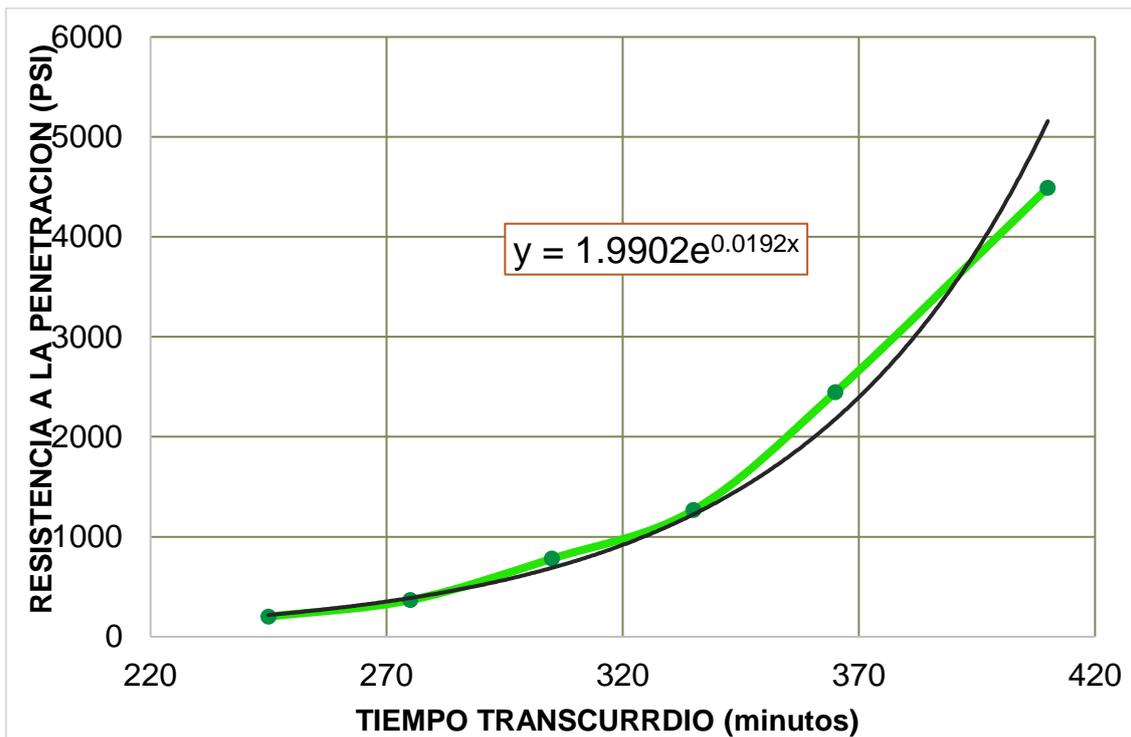
FUENTE: Elaboración propia.

El tiempo de fragua total de la muestra N°1 sin aditivo fue de 06 horas con 43 minutos.

Ensayo N° 2

GRÁFICO 10

CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 02 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

Esta curva obtenida por los datos del ensayo N°2 arroja la siguiente ecuación:

$$y = 1.9902e^{0.0192x}$$

De la misma manera que en el ensayo anterior, se calcula la fragua inicial y final reemplazando los valores de Y con 500 PSI y 4000 PSI respectivamente, de los que obtuvimos los siguientes tiempos:

CUADRO 16
TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 2 SIN ADITIVO

		HORAS	MINUTOS
FRAGUA INICIAL (500 PSI)	287.83 min	4	48
FRAGUA FINAL (4000 PSI)	396.14 min	6	36

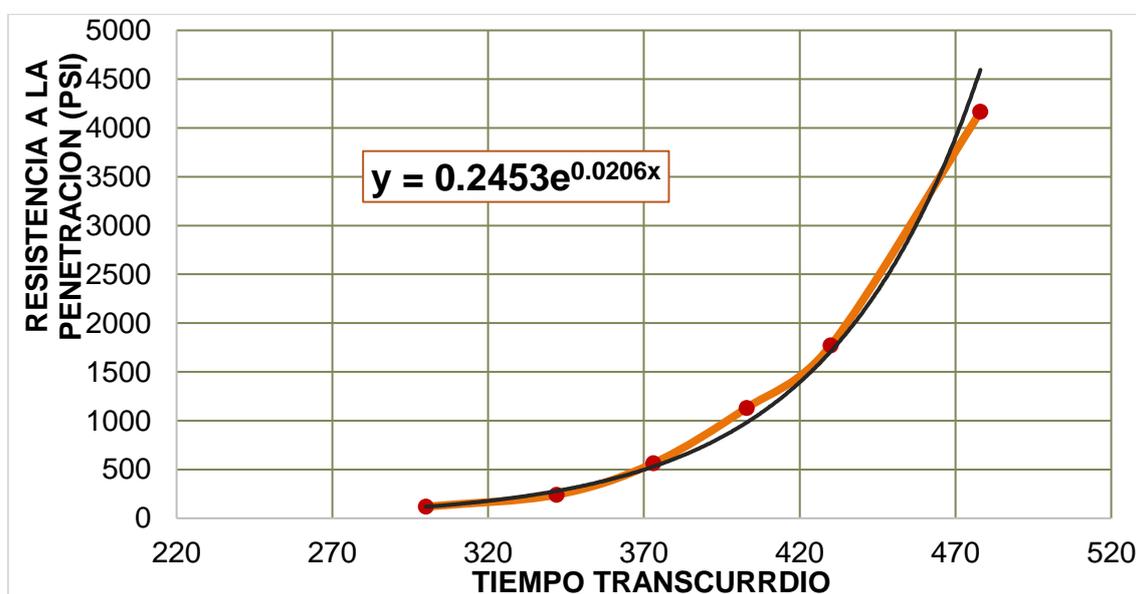
FUENTE: Elaboración propia.

El tiempo total de fragua de la muestra N° 2 sin aditivo fue de 06 horas con 36 minutos.

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

Ensayo N° 1

GRÁFICO 11
CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 01 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

La curva de la gráfica obtenida por los datos del ensayo N°1 corresponde a la siguiente ecuación:

$$y = 0.2453e^{0.0206x}$$

De la misma manera que en los ensayos sin aditivo, se calcula los tiempos de fragua inicial y final con la fórmula que se obtiene de la gráfica, asumiendo los valores de 500 PSI y 4000 PSI respectivamente.

CUADRO 17
TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 1 CON ADITIVO

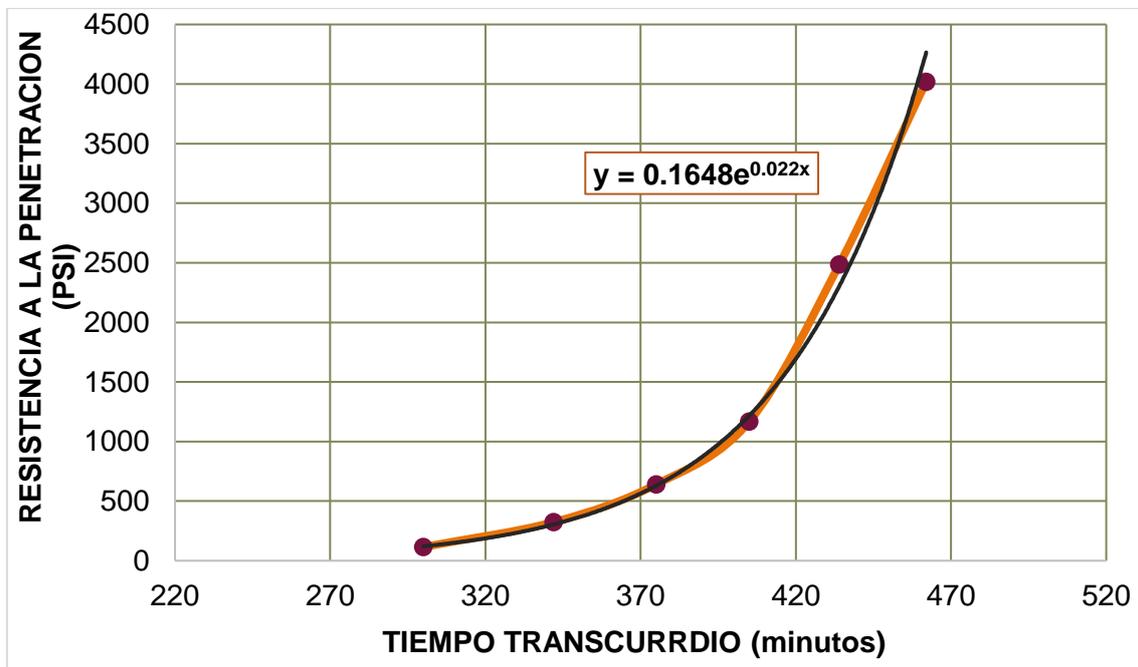
		HORAS	MINUTOS
FRAGUA INICIAL (500 PSI)	369.90 min	6	10
FRAGUA FINAL (4000 PSI)	470.84 min	7	51

FUENTE: *Elaboración propia.*

El tiempo de fragua total del ensayo para la muestra N° 1 con aditivo Sika® Cem Plastificante, fue de 07 horas con 51 minutos.

Ensayo N° 2

GRÁFICO 12
CURVA DE RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE LA PRUEBA N° 02 DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

Esta curva obtenida por los datos del ensayo N° 2 con aditivo Sika® Cem Plastificante arrojó la siguiente ecuación:

$$y = 0.1648e^{0.022x}$$

De la misma manera que en el ensayo anterior, se calcula la fragua inicial y final reemplazando los valores de Y con 500 PSI y 4000 PSI respectivamente, de los que obtuvimos los siguientes tiempos:

CUADRO 18
TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DE CÁLCULO ENSAYO N° 2 CON ADITIVO

		HORAS	MINUTOS
FRAGUA INICIAL (500 PSI)	364.44 min	6	4
FRAGUA FINAL (4000 PSI)	458.96 min	7	39

FUENTE: *Elaboración propia.*

El tiempo total de fragua de la muestra N° 2 con aditivo Sika® Cem Plastificante fue de 07 horas con 39 minutos.

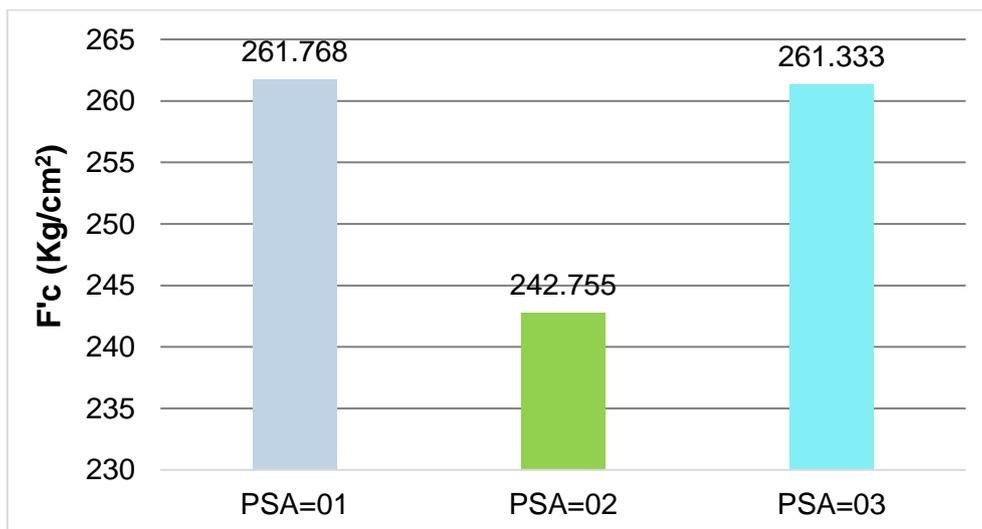
D) RESISTENCIA LA COMPRESION

GRUPO CONTROL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO

ENSAYO DE COMPRESIÓN 7 DÍAS SIN ADITIVO

GRÁFICO 13

ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



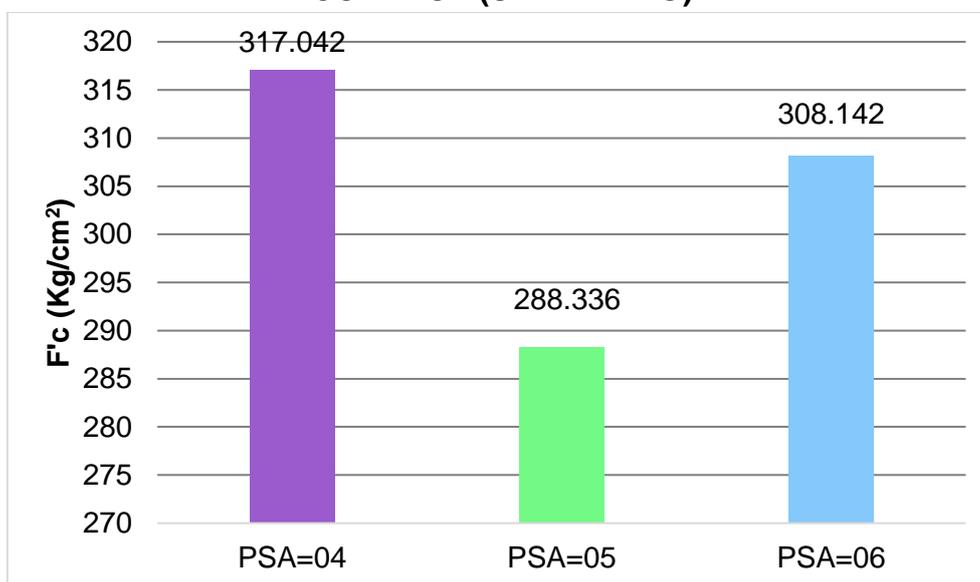
FUENTE: *Elaboración propia.*

De los valores de este ensayo correspondientes a la primera rotura a los 7 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes valores:

PROMEDIO	= 255.285337 Kg/cm ²
VARIACION	= 78.53155789
DESVIACION ESTÁNDAR	= 8.861803309
COEF DE VARIACION	= 3.471332672

ENSAYO DE COMPRESIÓN 14 DÍAS SIN ADITIVO

GRÁFICO 14
ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

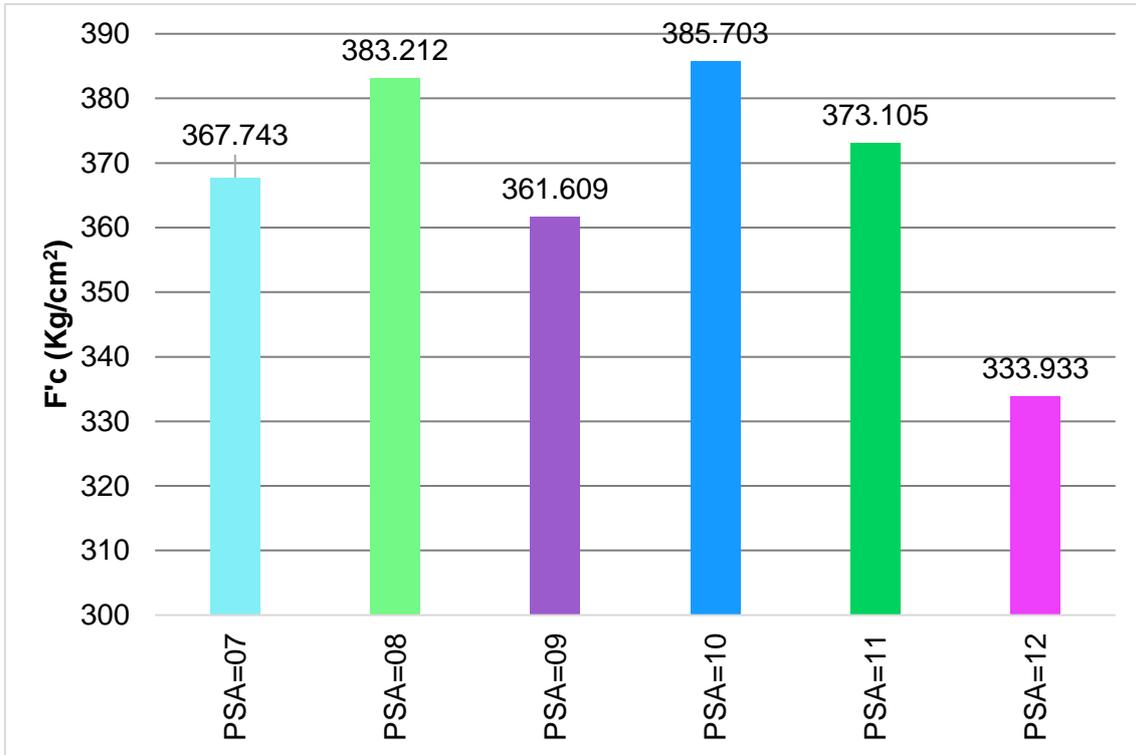
De los valores de este ensayo correspondientes a la segunda rotura a los 14 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes valores:

PROMEDIO	= 304.5069055 Kg/cm ²
VARIACION	= 143.9499174
DESVIACION ESTANDAR	= 11.99791304
COEF DE VARIACION	= 3.940111973

ENSAYO DE COMPRESIÓN 28 DÍAS SIN ADITIVO

Esta gráfica corresponde a los datos obtenidos por el ensayo de compresión de probetas a los 28 días de vaciado de probetas del diseño de mezcla sin aditivo o del grupo control.

GRÁFICO 15
ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

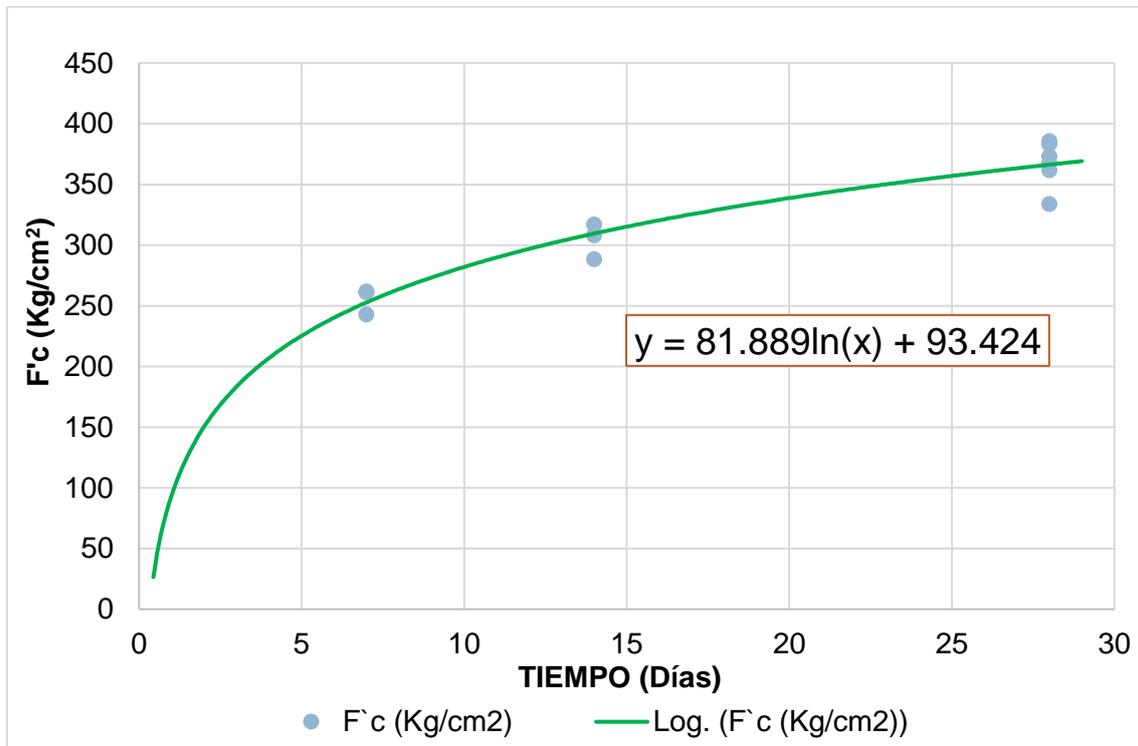
De los valores de este ensayo correspondientes a la tercera rotura a los 28 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes coeficientes de variación:

PROMEDIO = 367.5507429 Kg/cm²
 VARIACION = 295.1808084
 DESVIACION STANDAR = 17.18082677
 COEF DE VARIACION = 4.674409479

CURVA DE RESISTENCIA DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO)

Considerando todos los valores obtenidos como resultados de los ensayos de compresión realizados al diseño de mezcla sin aditivo, forman la siguiente curva de resistencia a la compresión:

GRÁFICO 16
CURVA DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DISEÑO DE MEZCLA SIN
ADITIVO



FUENTE: *Elaboración propia.*

GRUPO EXPERIMENTAL – DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO

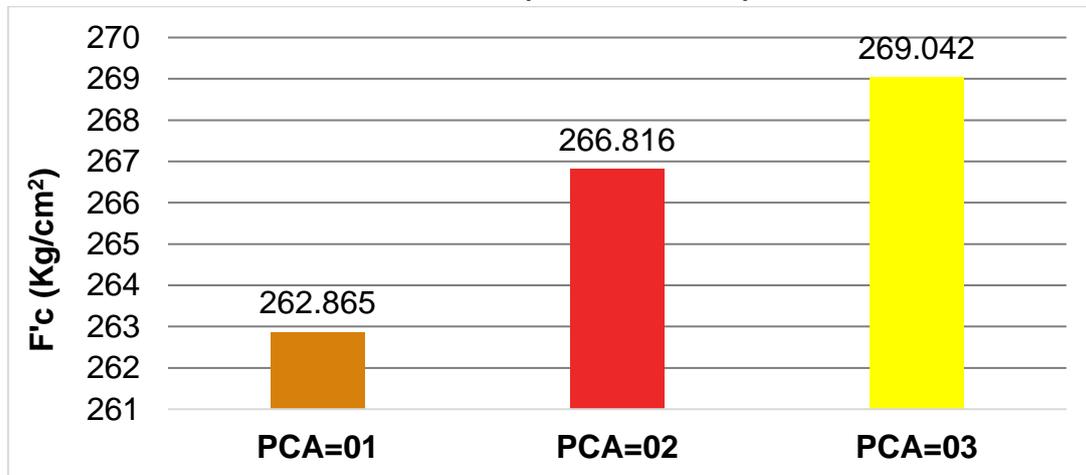
El ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034) de las muestras para el diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika® Cem Plastificante, se realizó en 3 fechas, siendo la primera fecha a los 7 días de vaciado, la segunda a los 14 y la tercera a los 28 días al igual que en el otro diseño.

El curado de todas las muestras fue realizado bajo las condiciones especificadas para probetas realizadas y controladas en laboratorio manteniendo el mismo tratamiento que las probetas del grupo que no contenía aditivo para poder realizar las comparaciones necesarias.

ENSAYO DE COMPRESIÓN 7 DÍAS CON ADITIVO

GRÁFICO 17

ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (CON ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

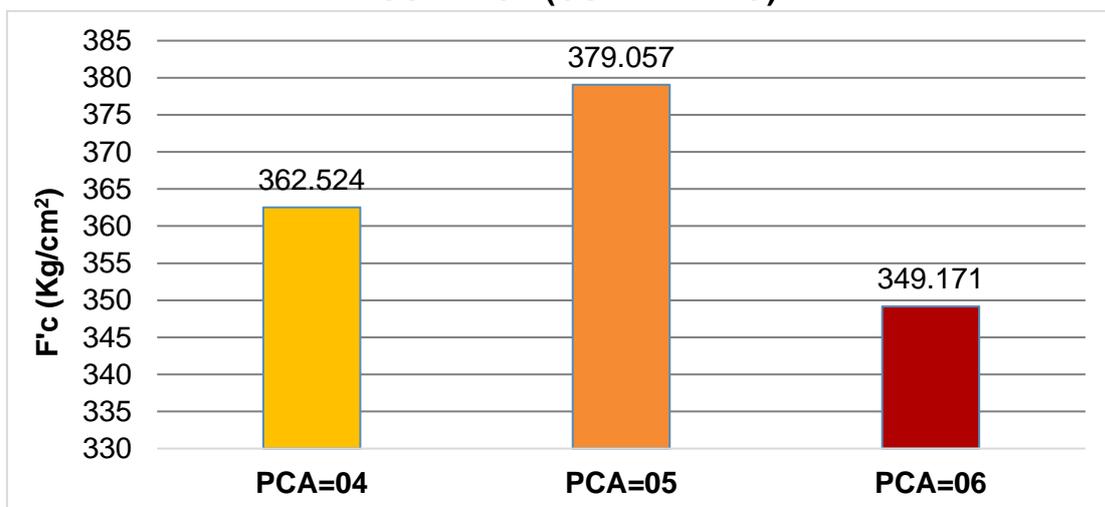
De los valores de este ensayo correspondientes a la primera rotura a los 7 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes valores:

PROMEDIO	= 266.2410166 Kg/cm ²
VARIACION	= 6.526009768
DESVIACION STANDAR	= 2.554605599
COEF DE VARIACION	= 0.959508656

ENSAYO DE COMPRESIÓN 14 DÍAS CON ADITIVO

GRÁFICO 18

ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (CON ADITIVO)



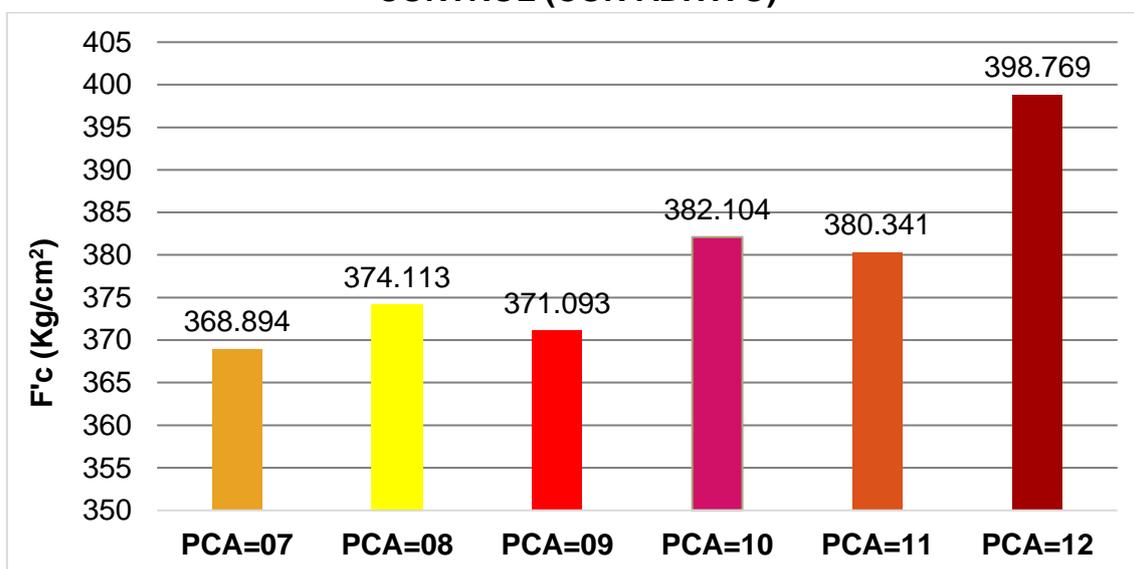
FUENTE: *Elaboración propia.*

De los valores de este ensayo correspondientes a la segunda rotura a los 14 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes coeficientes de variación:

PROMEDIO	= 363.583810 Kg/cm ²
VARIACION	= 149.420297
DESVIACION ESTÁNDAR	= 12.2237595
COEF DE VARIACION	= 3.36201976

ENSAYO DE COMPRESIÓN 28 DÍAS CON ADITIVO

GRÁFICO 19
ENSAYO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL GRUPO CONTROL (CON ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

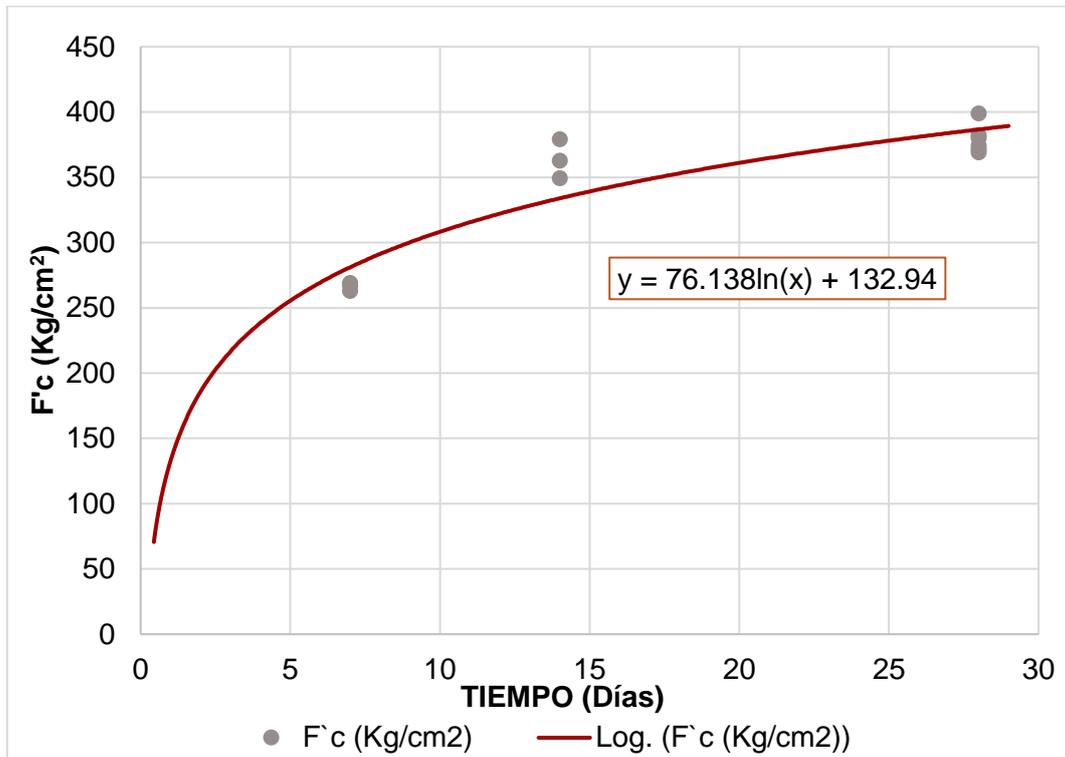
De los valores de este ensayo correspondientes a la tercera rotura a los 28 días de vaciado del concreto obtuvimos los siguientes coeficientes de variación:

PROMEDIO	= 379.2191663 Kg/cm ²
VARIACION	= 98.41309646
DESVIACION STANDAR	= 9.920337518
COEF DE VARIACION	= 2.615990541

CURVA DE RESISTENCIA DEL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

GRÁFICO 20

CURVA DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DISEÑO DE MEZCLA CON ADITIVO



FUENTE: *Elaboración propia.*

CAPITULO IV

RESULTADOS

Los resultados de todos los ensayos y pruebas obtenidas se comparan entre el grupo control que no posee ningún tipo de aditivo y el grupo experimental que contiene el aditivo Sika® Cem Plastificante.

4.1. TRABAJABILIDAD

En función al análisis realizado para esta propiedad del concreto obtenemos el siguiente cuadro, donde el grupo control (diseño de mezcla de concreto sin aditivo) y el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika® Cem Plastificante) se compararon:

CUADRO 19
COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE ASENTAMIENTO (SLUMP)

GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO SIN ADITIVO		GRUPO EXPERIMENTAL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE	
PROMEDIO	3.31 pulg	PROMEDIO	6.44 pulg
MEDIANA	3.50 pulg	MEDIANA	6.625 pulg
VARIANZA	0.042969	VARIANZA	0.0429688
DESVIACION TÍPICA	0.207289	DESVIACION TÍPICA	0.207289
COEFICIENTE DE VARIACION	6.257783	COEFICIENTE DE VARIACION	3.2200241

FUENTE: *Elaboración propia.*

El promedio de asentamiento del diseño de mezcla del grupo control sin aditivo es de 3.31 pulgadas y del grupo experimental o con aditivo Sika® Cem Plastificante es de 6.44 pulgadas haciendo una diferencia notable entre ambas consistencias en un 94.34% de incremento de esta propiedad, siendo la del grupo experimental mucho más suelta, llegando hasta una consistencia fluida lo cual demuestra que este aditivo es eficaz en la modificación de esta propiedad en estado fresco.

4.2. EXUDACIÓN

En función al análisis realizado para la exudación del concreto obtuvimos los siguientes cuadros, donde el grupo control (diseño de mezcla de concreto sin aditivo) y el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con aditivo Sika® Cem Plastificante) se contrastaron:

CUADRO 20
COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE EXUDACIÓN

	SIN ADITIVO	CON ADITIVO	
VOLUMEN TOTAL DE AGUA DE EXUDACION	38.3	51.2	mL
AREA EXPUESTA DEL CONCRETO (CM2)	326.21	326.21	cm ²
AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.11740903	0.15695411	ml/cm ²
PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA	48.5722046	48.5722046	Kg
PESO DE LA MUESTRA	17.795	19.395	Kg
PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA	4.18852708	4.18852708	Kg
AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	1.5345163	1.6724891	Kg
CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	2.49590051	3.06130545	%
TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	280	340	Min
VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.13	0.15	ml/min
	7.8	9.0	ml/hr

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO 21
DIFERENCIA Y PORCENTAJE DE RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DEL GRUPO CONTROL Y EL GRUPO EXPERIMENTAL

COMPARACION DE VALORES				
VARIACION	VOLUMEN TOTAL DE AGUA DE EXUDACION	12.9	ml	34%
	AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.039545078	ml/cm ²	34%
	AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	0.137972805	Kg	9%
	CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	0.565404943	%	0.57%
	TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	60	Min	21%

VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.02	ml/min	15%
	1.2	ml/hr	

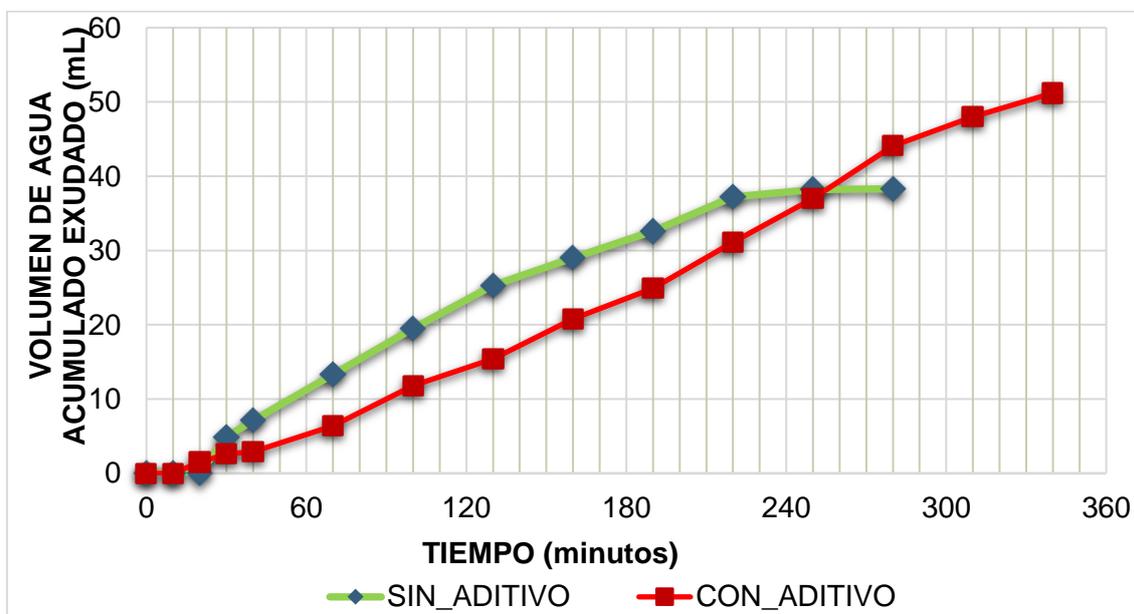
FUENTE: *Elaboración propia.*

Tal como se observa en los cuadros, la muestra del grupo experimental (con aditivo) exudó 12.9 mL o 34% más que el grupo control (sin aditivo), esto indica que la reacción química que genera el aditivo induce a que la muestra experimental pierda mayor volumen de agua y que a su vez genera mayor valor de exudación por unidad de superficie.

También se determinó que el tiempo de exudación del grupo experimental fue mayor en un 21% con respecto al grupo control con una diferencia de 60 min entre el tiempo en que finalizó el ensayo de cada muestra, lo que nos permitió calcular la diferencia de velocidades promedio de exudación, la cual fue de 1.2mL/h o 15%, siendo mayor el valor del grupo experimental con respecto al de control.

Estos valores se reflejan en el siguiente gráfico que muestra los volúmenes acumulados de exudación con respecto al tiempo.

GRÁFICO 21
COMPARACIÓN ENTRE VOLÚMENES ACUMULADOS DE EXUDACIÓN
DEL GRUPO CONTROL Y EL GRUPO EXPERIMENTAL



FUENTE: *Elaboración propia.*

Tal como se observa en la gráfica 21, la muestra con aditivo empieza la exudación 10 minutos antes que la muestra sin aditivo, esto indica que el aditivo genera una exudación temprana y de mayor volumen.

4.3. TIEMPO DE FRAGUA

Tanto el grupo control (sin aditivo) como el grupo experimental (con aditivo) se analizaron para obtener la resistencia la penetración de 500 PSI y 4000 PSI para obtener el tiempo de fragua inicial y final respectivamente.

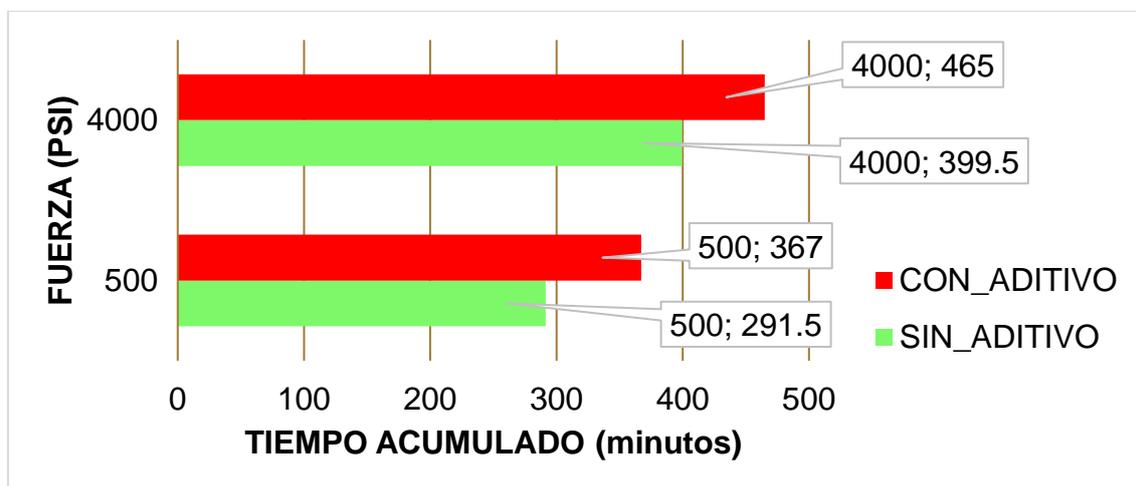
Para el grupo control (sin aditivo) se obtuvo un tiempo de fragua inicial de 291.5 minutos equivalentes a 04 horas 51 minutos y 30 segundos, y el tiempo de fragua final 399.5 minutos equivalentes a 06 horas 39 minutos y 30 segundos.

Para el grupo experimental (con aditivo Sika® Cem Plastificante) se obtuvo un tiempo de fragua inicial de 367 minutos equivalentes a 06 horas 07 minutos, y el tiempo de fragua final 465 minutos equivalentes a 07 horas 45 minutos.

La diferencia entre el grupo control (sin aditivo) y experimental (con aditivo Sika® Cem Plastificante) en el tiempo de fragua inicial fue de 75.5 minutos y en el tiempo de fragua final 65.5 minutos siendo los tiempos mayores con aditivo.

GRÁFICO 22

COMPARACION DEL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y FINAL DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

El tiempo de fragua total del grupo experimental (con aditivo Sika® Cem Plastificante) es mayor que el grupo control (sin aditivo) por 65.5 minutos o un

16.40%, además el grupo experimental demoró el inicio de la fragua con un retraso de 75.5 minutos o 25.90% en comparación al grupo control.

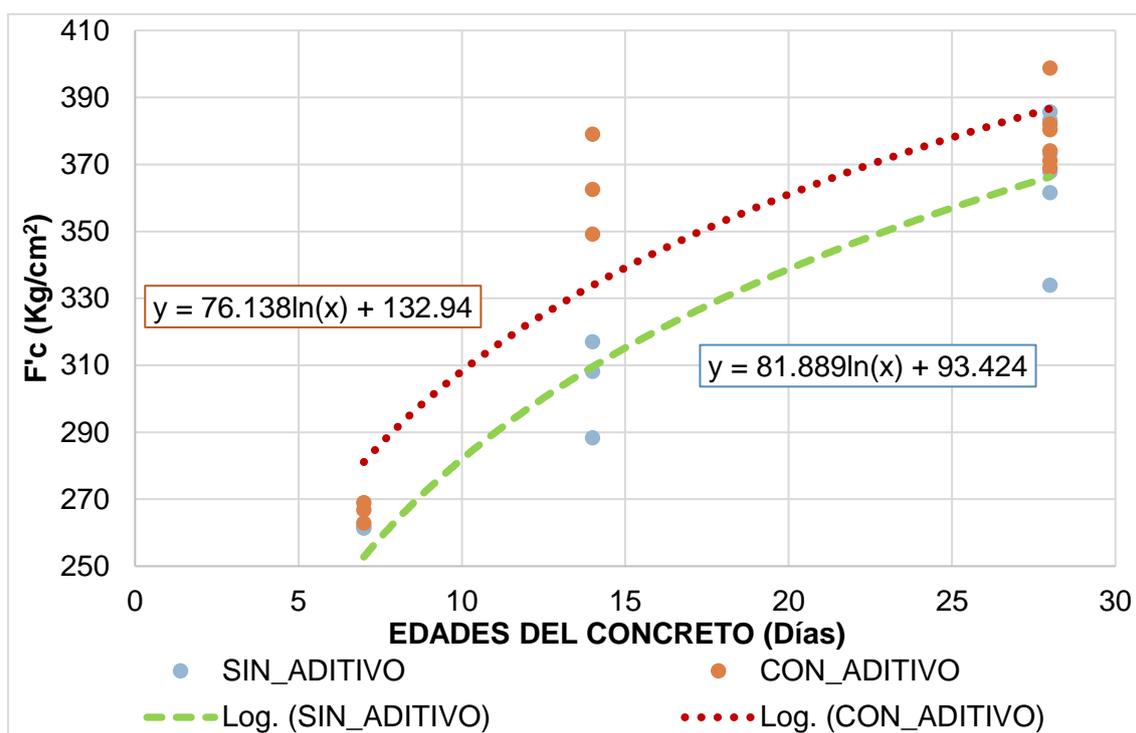
Según los datos obtenidos, se observó que si bien el tiempo de inicio de la fragua a 500 PSI de la muestra experimental (con aditivo Sika® Cem Plastificante), se retrasa con respecto al grupo control, el tiempo de fragua una vez iniciado muestra un comportamiento semejante al uso de un aditivo acelerante incluso esto se ve reflejado hasta la rotura de los 28 días de vaciado de las muestras con aditivo plastificante.

4.4. RESISTENCIA LA COMPRESION

En función a todas las roturas del grupo experimental y control, se realizó la siguiente gráfica:

GRÁFICO 23

CURVAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)



FUENTE: Elaboración propia.

Se observa en las curvas que los valores de los ensayos de resistencia a la compresión del grupo experimental (con aditivo Sika® Cem Plastificante), tiene un incremento con respecto al grupo control (sin aditivo).

Para poder calcular los incrementos de resistencia a la compresión entre ambos diseños se obtuvo los promedios de rotura por grupo y fecha que nos generaron el cuadro 22 donde los valores porcentuales son la variación de resultados del grupo experimental (con aditivo) con respecto al grupo control (sin aditivo).

CUADRO 22

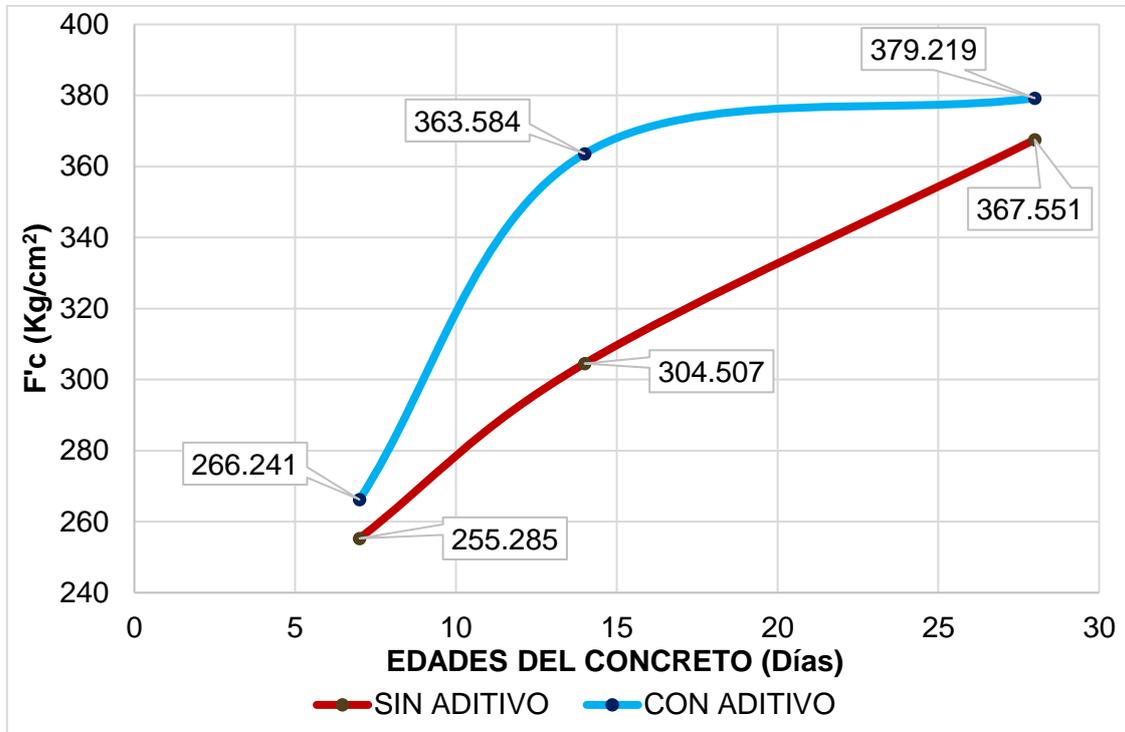
PROMEDIOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO)

	PROMEDIO (Kg/cm ²)	VARIACION	DESVIACION ESTANDAR	COEF DE VARIACION
7 DIAS SIN ADITIVO	255.285	78.53155789	8.861803309	3.471332672
7 DIAS CON ADITIVO	266.241	6.526009768	2.554605599	0.959508656
	4.29%		-71.17%	-72.36%
14 DIAS SIN ADITIVO	304.507	143.9499174	11.99791304	3.940111973
14 DIAS CON ADITIVO	363.584	149.4202971	12.22375953	3.362019762
	19.40%		1.88%	-14.67%
28 DIAS SIN ADITIVOS	367.551	295.1808084	17.18082677	4.674409479
28 DIAS CON ADITIVO	379.219	98.41309646	9.920337518	2.615990541
	3.17%		-42.26%	-44.04%

FUENTE: *Elaboración propia.*

Para realizar el Gráfico 24 Curva de valores promedio de resistencia a la compresión del grupo control (sin aditivo) y el grupo experimental (con aditivo), se utilizaron los valores promedio de cuadro 22 donde se muestra el incremento de resistencia en 19.40% del grupo experimental sobre el de control a los 14 días, pero la resistencia a los 28 días nos muestra que, dicha ventaja del grupo experimental sobre el de control, es sólo de un 3.17%.

GRÁFICO 24
CURVA DE VALORES PROMEDIO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN
DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL
(CON ADITIVO)



FUENTE: *Elaboración propia.*

Se observa que el valor de la resistencia del grupo experimental a los 14 días de vaciado del concreto es mayor que el grupo control en un 19.40%.

Así mismo se observa que la resistencia a los 28 días de vaciado del concreto del grupo experimental (con aditivo) tiene un incremento mínimo con respecto a los valores resultantes del grupo control (sin aditivo). Este último ligero incremento del grupo experimental (con aditivo) fue de sólo de un 3.17% con respecto al grupo control (sin aditivo).

La apariencia de la curva de resistencia a compresión del grupo experimental (con aditivo Sika® Cem plastificante) se asemeja la de una muestra con aditivo acelerante, a pesar de que, en la ficha técnica del aditivo (ver en anexos) especifica que no contiene ningún tipo de acelerante incorporado en la composición aditivo o descripciones.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. TRABAJABILIDAD

- a) La hipótesis con respecto a la trabajabilidad fue aceptada. La influencia del aditivo Sika® Cem Plastificante es positiva habiéndose incrementado en un 94.34% la fluidez del grupo experimental (con aditivo) respecto al grupo de control (sin aditivo), esto se puede observar en CUADRO 19 COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE ASENTAMIENTO (SLUMP), obteniéndose un slump promedio para el grupo control (sin aditivo) de 3.31 pulgadas mientras que para el grupo experimental (con aditivo) el slump fue de 6.44 pulgadas.

La trabajabilidad obtenida con el aditivo Sika® Cem Plastificante es beneficiosa para el uso en viviendas unifamiliares en la ciudad de Huancayo, pues debido a la modificación de dicha propiedad se permitirá una mejor colocación del concreto en los elementos estructurales de la vivienda unifamiliar, sobre todo cuando exista considerable tráfico de acero, así mismos evitará la formación de cangrejas y la generación de espacios vacíos entre las barras de concreto.

También al ser de una consistencia más fluida el concreto elaborado con aditivo Sika® Cem Plastificante permitirá una mejor adhesión entre el concreto y las corrugaciones de las barras de acero utilizadas, disminución el vibrado y facilidad en la colocación del concreto.

- b) Con respecto al primer antecedente de origen local: “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto en la ciudad de Huancayo” perteneciente a Mayta (2014), en el cual se utilizó como aditivo superplastificante RHEOBUILD VE; los resultados obtenidos son compatibles pues para una dosificación de 250 ml por cada 100 kg y con una relación de $a/c = 0.50$ se obtuvo un incremento del 50.00% en la fluidez, mientras que en nuestra tesis se observó un incremento de 94.34%, teniendo una dosificación de 250 ml por cada bolsa de cemento, por lo que se puede comprobar la efectividad

de los aditivos en cuanto a los modificación de la propiedad de fluidez la cual la comprobamos por ensayo de cono de Abrams.

5.2. EXUDACION

- a) La segunda hipótesis específica fue rechazada al obtenerse los resultados del ensayo de exudación se identificó que el aditivo Sika® Cem Plastificante genera un aumento excesivo en el volumen de exudación de la muestra del grupo experimental (con aditivo), siendo el volumen de exudación total del grupo control 38.3 mL y el del grupo experimental 51.2 mL esto se visualiza en el CUADRO 21 COMPARACIÓN ENTRE VOLÚMENES ACUMULADOS DE EXUDACIÓN DEL GRUPO Y EL GRUPO EXPERIMENTAL, podemos decir que el incremento del volumen de exudación de grupo experimental fue de 34% con respecto al grupo control.

Con respecto al tiempo de exudación, para el grupo control fue de 280 minutos y el del grupo experimental fue de 340 minutos, haciendo una diferencia de 60 minutos que es un 21.43% de tiempo extra de exudación del grupo experimental con respecto al grupo control.

La exudación excesiva del concreto produce un efecto negativo debido a que el agua que exuda va creando conducto capilares que genera un concreto menos impermeables y de menor durabilidad, así como la capa superior del concreto presenta una menor resistencia debido a que el agua que asciende ocasiona una mayor relación agua cemento en la superficie. En cuanto a la exudación del concreto con aditivo Sika® Cem Plastificante se observa que esta se incrementa de una forma considerable, sin embargo en relación al uso en elementos estructurales tales como vigas y columnas no supondrá una influencia negativa debido a que la exudación no juega papel determinante en la resistencia de estos elementos, sin embargo para el uso en las losas de concreto supondrá una consideración especial en cuanto a la exudación debido a que estas presentan un gran área superficial en la cual el agua se evaporara de forma acelerada, lo cual generaría a las pocas horas de colocado del concreto fisuras por contracción, por lo que se deberá prever este efecto

y evitar colocar el concreto en días soleados, porque esto acelerara la evaporación del agua exudada de la mezcla.

- b)** En comparación al antecedente de origen nacional denominado, “Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland tipo I y utilizando un aditivo plastificante” realizado por Tesillo (2004), utilizando el aditivo Plastiment HE, se observó que la exudación de su muestra con una dosis de aditivo de 0.7% y una relación $a/c=60$, fue de 16.20 mL o 0.54% y la muestra normal obtuvo un volumen de exudación de 11.50 mL, donde ambas muestras hacen una diferencia de 4.70 mL o del 40%.

A diferencia del antecedente, esta tesis mostró una variación de 12.9 mL o del 34% entre el grupo experimental y el de control, donde el grupo experimental fue mayor. La exudación de la muestra con aditivo Sika® Cem Plastificante fue de 51.20 mL que refleja el 3.061% del agua total de la mezcla, y de la muestra sin aditivo fue de 38.3 mL que es el 2.496% del agua total de la mezcla.

5.3. TIEMPO DE FRAGUA

- a)** La hipótesis relacionada al tiempo de fragua fue aceptada. El tiempo de fragua inicial promedio para el grupo control fue 291.5 minutos equivalentes a 04 horas 51 minutos y 30 segundos, y el tiempo de fragua final promedio 399.5 minutos equivalentes a 06 horas 39 minutos y 30 segundos; mientras que para el grupo con experimental (con aditivo Sika® Cem Plastificante) obtuvo un tiempo de fragua inicial promedio de 367 minutos equivalentes a 06 horas 07 minutos, y el tiempo de fragua final promedio 465 minutos equivalentes a 07 horas 45 minutos, lo cual nos indica que el tiempo de inicio de fragua de la muestra experimental (con aditivo) se retrasó en 75.5 minutos respecto al inicio del tiempo de fragua de la muestra control (sin aditivo); debido a este inicio tardío del tiempo de fragua se obtuvo un tiempo final de fragua mayor aceptando la hipótesis previamente presentada, esto se puede comprobar a través de la GRAFICA 22 COMPARACION DEL TIEMPO DE FRAGUA INICIAL Y

FINAL DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EXPERIMENTAL (CON ADITIVO).

Con el uso de aditivo Sika® Cem Plastificante se observa que el tiempo de fragua se retrasa en 65.5 minutos, lo cual nos permite tener un concreto fluido y trabajable por un mayor tiempo, esto es importante en las edificaciones de tipo unifamiliar pues debido a la magnitud del proyecto no se cuenta con un gran número de trabajadores, por lo que es de suma importante tener un concreto fluido durante un tiempo considerable para poder realizar la colocación del concreto en todos los elementos y de forma adecuada, así mismo el tiempo antes del inicio de fragua en donde el concreto es fluido permitirá distribuir el concreto a todos los elementos estructurales en el caso de losas.

- b) En relación al primer antecedente local, se observa que los resultados son similares pues según la tesis de Mayta (2014), en la cual se utilizó el aditivo RHEOBUILD VE de la marca BASF con relaciones $a/c = 0.40, 0.50$ y 0.60 y diversas dosificaciones de aditivo se observa que el tiempo de fragua experimenta un breve retraso lo cual se va incrementado a mayor dosis de aditivo utilizado; este retraso del tiempo de fragua se debe a la naturaleza y composición del aditivo utilizado. El tiempo de fragua en ambas tesis generaron un retraso en todas las relaciones y dosis en comparación a su mezcla patrón, similar comportamiento se obtuvo con el aditivo Sika® Cem Plastificante utilizado en la presente tesis.

5.4. RESISTENCIA LA COMPRESION

- a) La cuarta hipótesis fue rechazada debido a que no hubo un incremento notable o superior al 10% a los 28 días de vaciado. Los ensayos de compresión realizados arrojaron los siguientes valores: para los 7 días el promedio de resistencia del grupo experimental fue mayor en un 4.29% en relación a grupo de control siendo los valores de 271.40 Kg/cm^2 y 260.23 kg/cm^2 respectivamente lo cual nos indica que la resistencia se ve incrementada de una forma moderada a los 7 días obteniendo un coeficiente de variación de 3.47 para los especímenes de control (sin aditivo), mientras que para los especímenes experimentales el coeficiente

de variación fue menor teniendo como valor 0.96 de variación es decir obtuvimos menos dispersión de datos en los especímenes con aditivo. Para los 14 días se observó un aumento significativo de la resistencia promedio del grupo experimental (con aditivo) respecto al grupo de control (sin aditivo) con un aumento del 19.40 % obteniendo los valores de 310.40 kg/cm² para el grupo control y 370.63 Kg/cm² para el grupo experimental. Esto nos indica un aumento considerable de la resistencia a los 14 días posteriores a la elaboración de los especímenes, en cuanto al coeficiente de variación se observa que para los especímenes sin se obtiene un coeficiente de variación del 3.94, y para los especímenes con aditivo un coeficiente de variación de 3.36 esto nos indica que la dispersión entre las resistencia obtenidas es similar tanto para las muestras con aditivo y sin aditivo.

Por ultimo para los 28 días se obtuvo las siguientes resistencias, para los especímenes sin aditivo se calculó una resistencia promedio de 374.67 Kg/cm² mientras que para los especímenes con aditivo se obtuvo una resistencia promedio de 386.56 kg/cm², lo cual indica que los especímenes con aditivo obtuvieron un incremento de la resistencia a la compresión, con respecto a los especímenes sin aditivo, de 3.17%.

Estos resultados fueron representados en la GRAFICA 24 CURVA DE VALORES PROMEDIO DE RESISTENCIA LA COMPRESIÓN DEL GRUPO CONTROL (SIN ADITIVO) Y EL GRUPO EXPERIMENTAL (CON ADITIVO), en la cual se puede observar que el comportamiento de las muestras experimentales se asemeja al concreto con un aditivo acelerante de fragua debido que el aumento de la resistencia entre el día 7 y 14 es muy superior a lo observado en la muestras de control, mientras que entre los 14 y 28 días el aumento de resistencia a la compresión de las muestras con aditivo no es significativo.

La resistencia obtenida con el uso de aditivo Sika® Cem Plastificante se ve incrementada ligeramente en un 3.17%, sin embargo este incremento de la resistencia es positivo para el concreto aplicado en edificaciones de uso unifamiliar debido que no se posee un control estricto ni adecuado en obra, por lo que un incremento de resistencia es importante asegurando

lograr la resistencia promedio requerida a la compresión que para nuestro caso fue de 210 kg/cm², debido a que genera una mezcla trabajable sin la necesidad de incremento de agua a la mezcla, lo que usualmente se realiza en obra por parte de los maestro de obra sin importar las consecuencias sobre resistencia el incremento de agua a la mezcla con el fin de obtener una mezcla más trabajable.

- b)** Para la resistencia se observó que según Mayta (2014), para una dosificación de 650 ml por cada 100 kg de cemento y para los 28 días de curado se obtuvo un incremento significativo obtenido una resistencia de 106.90% y 115.60% en comparación de la mezcla patrón.

Mientras que para las dosis más elevadas la cual fue de 1050 ml por cada 100 kg de cemento las resistencias a los 28 días no presentaron mayor alteración manteniendo valores cercanos al obtenido en la mezcla patrón. Para la presente tesis se observó una ligera mejoría en la resistencia, pues obtuvimos un incremento de 3.17% de resistencia a los 28 días con la dosificación recomendada por el fabricante la cual fue 250 ml por cada bolsa de cemento.

- c)** En cuanto a la resistencia para Tesillo (2004) indica que se obtuvo incrementos mayores que los obtenidos en nuestra tesis con un incremento mínimo del 5% para una dosificación del 0.7% y lográndose mayores resistencia a mayor dosificación de aditivo utilizado.
- d)** Si comparamos la presente tesis con el trabajo presentado por Fernandez (2017) “Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo Sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016” se observa que la mayor diferencia se observó en la curva de resistencia pues con el uso del aditivo Sikament-290N a edades tempranas en la resistencia fue 11 % menor que el patrón, mientras que para los 28 días se obtuvo un incremento considerable del 44.38% más de resistencia que al muestra patrón, lo cual indica que el aditivo utilizado trabaja de forma diferente al utilizado por nosotros (Sika® Cem Plastificante).
- e)** Comparado los resultados de la tesis con el trabajo perteneciente a Cevallos (2012), cuyo título fue “Disertación sobre el comportamiento de

aditivos plastificantes en el concreto, en su resistencia y durabilidad” investigación en la cual se utilizaron los aditivos Aditec 311-FF y Sikament-100, se puede observar que utilizando el primer aditivo mencionado (Aditec 311-FF) las resistencias obtenidas con curado normal son significativamente mayores a las obtenidas con el aditivo Sikament-100.

- f) En relación al trabajo presentado por Reina, Sanchez y Solano (2010) cuya tesis se denominó “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido”, el cual utilizado el aditivo EUCON 37, se observa que las resistencias a los 28 días varían entre el 100% al 122% de la mezcla patrón de concreto, lo que nos indica que este aditivo influye positivamente y con mayor magnitud que el aditivo usado por al presente tesis (Sika ® Cem plastificante) en la resistencia a la compresión a los 28 días.

CONCLUSIONES

1. Se analizó que el uso del aditivo Sika® Cem Plastificante en las mezclas de concreto para un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en viviendas unifamiliares en la ciudad de Huancayo, influye positivamente en las propiedades de: trabajabilidad, tiempo de fragua y resistencia a la compresión; sin embargo, la exudación se ve influenciada negativamente por el uso de este aditivo debido a que se incrementa excesivamente, debilitando las capas superficiales y generando conductos capilares por donde el agua asciende, por lo que solo se requerirá un cuidado adecuado de la exudación así como se preverá un adecuado curado de concreto cuando se tenga un gran área expuesta propensa al fisuramiento por contracción y la elevada evaporación del agua debido a la exudación resultante.
2. Se determinó que el aditivo Sika® Cem Plastificante influyó positivamente incrementando en un 94.34 % la trabajabilidad de la mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con respecto a la mezcla elaborada sin aditivo, lo cual es positivo aplicado a las edificaciones unifamiliares de la ciudad de Huancayo, debido a que este incremento en la trabajabilidad mejora la colocación del concreto en elementos estructurales que posean un tráfico de acero significativo, así como permite obtener mejores acabados y se evita cangrejas en los elementos estructurales causado por la mayor fluidez de la mezcla que se utiliza para obtener un concreto de resistencia adecuada.
3. Se identificó que el aditivo Sika® Cem Plastificante incrementó significativamente la exudación del concreto en un 34% con respecto al concreto sin aditivo, lo cual, contrario a lo esperado, generó una exudación excesiva, lo que incrementa la relación agua cemento en la superficie del concreto, siendo esto negativo para el concreto, por lo cual su aplicación en edificaciones unifamiliares, requerirá un cuidado especial pocas horas posteriores a la colocación del concreto en losas con el fin de evitar el fisuramiento excesivo, así como la evaporación acelerada del agua exudada.
4. Se determinó que el aditivo Sika® Cem plastificante incrementó el tiempo de fragua final en las muestras con aditivo; el tiempo de inicio promedio

de la fragua de las muestras con aditivo plastificante se retrasó en 75.5 minutos, 25.90% en relación a las muestras sin aditivo. Luego de iniciada la fragua, las muestras con aditivo plastificante tuvieron un proceso de fragua acelerado, sin embargo, la diferencia promedio entre los tiempos de fragua finales fue de 65.5 minutos, 16.40%; siendo mayor el tiempo de fragua total el de las muestras con aditivo, con respecto al uso de este tipo de concreto en edificaciones unifamiliares es positivo debido al poco personal que se utiliza para la colocación de concreto en elementos estructurales y al tiempo que demoraría su colocación, por lo que al tener un concreto fluido durante mayor tiempo ayuda a realizar la colocación del concreto de forma adecuada.

5. Se evaluó que el aditivo Sika ® Cem plastificante influyó positivamente en la resistencia de concreto, obteniéndose un incremento de 3.17% de la resistencia en las muestras experimentales (con aditivo) a los 28 días, lo cual no es muy considerable por ser un mínimo valor de incremento de la resistencia. Sin embargo cabe resaltar que al comparar las curvas de resistencia, en la gráfica del concreto con aditivo se tuvo mayor resistencia a los 14 días obteniéndose un incremento del 19.40% respecto al promedio de las resistencias de las muestras sin aditivo. Por lo cual el uso en edificaciones unifamiliares es recomendable ya que nos permite obtener mayores resistencias a edades tempranas e incluso incrementa ligeramente la resistencia del concreto para los 28 días respecto al uso de un concreto sin aditivo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en cuenta la variación que genera el uso del aditivo Sika® Cem Plastificante, en las propiedades del concreto (trabajabilidad, exudación, tiempo de fragua y resistencia a la compresión) al momento de ser aplicado, especialmente con la exudación debido a que puede generar cambios de volumen o fisuramiento superficial.
2. Se recomienda realizar un estudio de la influencia del aditivo Sika® Cem plastificante en las propiedades de: durabilidad, contracción superficial, elasticidad y extensibilidad del concreto.
3. Se recomienda realizar esta investigación para otras marcas de aditivo plastificante, debido a que los componentes químicos, recetas y dosificaciones varían dependiendo del fabricante, lo cual nos permitirá comparar las ventajas o desventajas por marca.
4. Se recomienda realizar un ensayo de impermeabilidad del concreto elaborado con Aditivo Sika ® Cem plastificante, según la ASTM C 1585 Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes, para poder analizar las consecuencias de la exudación y la capilaridad generada por el uso de este aditivo plastificante.
5. Se recomienda hacer este estudio para otras resistencias del concreto aplicadas a diferentes tipos de estructuras, tales como estribos de puentes, losas puentes, presas, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ABANTO CASTILLO, Flavio (1996) *Tecnología del concreto*; EDITORIAL SAN MARCOS; Lima – Perú.
2. BOLIVAR, O. (1987, octubre). *Guía Práctica para Diseño de Mezcla*. Trabajo presentado para promoción a profesor asistente parra la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
3. CEVALLOS (2012) *Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad*. Tesis de grado. Universidad Católica del Ecuador. Ecuador.
4. FERNANDEZ (2017) *Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo Sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016*. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo. Lima - Perú.
5. HARMSSEN, Teodoro E. (2002) *Diseño de estructuras de concreto armado* (Tercera Edición); FONDO EDITORIAL PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU; Lima – Perú.
6. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y otros (2010) *Metodología de la investigación*; Mc GRAW HILL; México.
7. MAYTA ROJAS, J. (2014) *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto en la ciudad de Huancayo*; Tesis de pregrado de la Universidad del Centro del Perú; Huancayo – Perú.
8. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2016) *Manual de ensayo de materiales*; Lima – Perú.
9. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO (2016) *Reglamento Nacional de Edificaciones* (Novena Edición); EDITADO POR Instituto de Construcción y Gerencia – ICG; Lima – Perú.

10. PASQUEL CARBAJAL, Enrique (1992-1993) *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*; Segunda edición 1998; EDITADO POR COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU, Lima – Perú.
11. REINA, SANCHEZ y SOLANO (2010). *Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido*. Tesis de grado. Universidad de El Salvador. El Salvador.
12. RIVVA LOPEZ, Enrique (1992) *Diseño de mezclas*; EDITORIAL MOZLO S.C.R.L.; Lima – Perú.
13. SANCHEZ CARLESSI, Hugo y Reyes M. Carlos (1998) *Metodología y diseño de la investigación científica*; Editorial MANTARO; Lima – Perú.
14. TESILLO (2004) *Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland Tipo I y utilizando un aditivo plastificante*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima - Perú.

NORMAS TECNICAS PERUANAS

1. NTP 339.034:2015 HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
2. NTP 339.035:1999 HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
3. NTP 400.012:2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
4. NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

5. NTP 400.022:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
6. NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.

NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONALES

1. ACI Committee 211. Práctica estándar para seleccionar el proporciónamiento de concreto de peso normal, pesado y masivo.
2. ASTM C 232 Método de ensayo para determinar el sangrado (exudación) del concreto. *Standard test methods for bleeding of concrete.*
3. ASTM C125 Terminología de norma relacionada con el concreto con el concreto y los agregados para concreto. *Standard Terminology Relating to Concrete and Aggregates.*
4. ASTM C33 Especificación de norma para agregados para concreto. *Standard specification for concrete aggregates.*

REVISTAS

1. SHILSTONE Sr., James M. (Junio de 1990). Concrete Mixture Optimization. Concrete International, p33 - p39.

PAGINAS WEB

1. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (19 de Junio del 2018). Sistema de difusión de Censo Nacional - 2007. Recuperado de <http://ineidw.inei.gob.pe/ineidw/#>

ANEXOS

ANEXO N° 1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

“INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO”

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA	
Problema general:	Objetivo general:	<p>A NIVEL INTERNACIONAL: A. El primer trabajo de procedencia internacional corresponde a Reina, Sánchez y Solano (2010) quienes realizaron “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido” presentado a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador que fue requisito para la obtención del grado de Ingeniero Civil.</p> <p>B. Como segundo trabajo de procedencia nacional corresponde a Cevallos (2012) quien realizó “Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador que fue requisito para la obtención del grado profesional de Ingeniero Civil.</p> <p>A NIVEL NACIONAL: A. El primer trabajo de procedencia nacional corresponde a Tesillo (2004) quien realizó “Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento portland Tipo I y utilizando un aditivo plastificante” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería para obtención del grado de Ingeniero Civil. B. Como segundo trabajo de procedencia nacional corresponde a Fernandez (2017) quien realizó “Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo Sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016” presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo que fue requisito para la obtención del grado profesional de Ingeniero Civil.</p> <p>LOCAL: Mayta (2014) “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto en la ciudad de Huancayo” Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú para la obtención del grado de Ingeniero Civil.</p>	Hipótesis general:	Variable independiente:	Tipo de investigación: Aplicada	
¿Cuál es la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto para un F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo?	Analizar la influencia del aditivo plastificante en las propiedades del concreto para un F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo.		Las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido se ven influenciadas positivamente en comparación a un concreto sin aditivo, gracias a los componentes del aditivo plastificante incorporado en la mezcla que facilitan la colocación de la mezcla en edificaciones unifamiliares.	Variable dependiente:	<p>• ADITIVO PLASTIFICANTE</p> <p>CONCRETO EN ESTADO FRESCO</p> <p>• TRABAJABILIDAD</p> <p>• EXUDACION</p> <p>• TIEMPO DE FRAGUA</p>	<p>Nivel de investigación: Correlacional</p> <p>Diseño de Investigación: Con posprueba unicamente y grupo de control</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Población: Mezclas de concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares que utilizan aditivo plastificante en la ciudad de Huancayo durante el año 2018.</p> <p>Muestra: Mezcla de concreto F’c=210 kg/cm2 en una edificación unifamiliar, que utiliza aditivo Sika® Cem Plastificante en la ciudad de Huancayo elaborada con cemento Portland Tipo I, agregado fino y grueso de la cantera de Pilcomayo y agua potable de la empresa SEDAM.</p>
Problemas específicos:	Objetivos específicos:		Hipótesis específicas	CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	<p>TECNICA MUESTRAL: No probabilístico, intencional</p> <p>Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de observación de trabajabilidad (SLUMP). • Ficha de recolección de datos del ensayo de exudación. • Ficha de observación el tiempo de fragua. • Ficha de observación del ensayo de compresión. • Análisis de Contenido (Fotografías) • Informes técnicos de los laboratorios. 	
a) ¿Cómo influye el aditivo plastificante en la trabajabilidad del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo?	a) Determinar la influencia del aditivo plastificante en la trabajabilidad del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo.		a) La trabajabilidad es mayor en un 30% en comparación a un concreto sin aditivo, esto gracias a las propiedades del aditivo usado, por lo que la colocación de concreto es mucho más fácil y práctica, permitiendo usar concretos de mayor resistencia con una trabajabilidad adecuada.			
b) ¿Cuál es la influencia del aditivo plastificante en la exudación del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo?	b) Identificar la influencia del aditivo plastificante en la exudación del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo.		b) La exudación se incrementa en un 12% lo que reduce la relación agua cemento del concreto generando una variación positiva en la resistencia a la compresión final y a la vez protegiendo la superficie del concreto frente al fisuramiento por contracción.			
c) ¿Cómo influye el aditivo plastificante en el tiempo de fragua del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo?	c) Determinar la influencia del aditivo plastificante en el tiempo de fragua del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo.	c) El tiempo de fragua total de la mezcla con aditivo se incrementa en un 5% en las muestras con aditivo debido a la reacción química propia de la solución, lo cual, nos beneficia otorgando mayor tiempo de manipulación al mantener la trabajabilidad.				
d) ¿Cuál es la influencia del aditivo plastificante en la resistencia del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo?	d) Evaluar la influencia del aditivo plastificante en la resistencia del concreto F’c=210 kg/cm2 en edificaciones unifamiliares en Huancayo.	d) La resistencia a la compresión del concreto se ven incrementada en un 10% al utilizar el aditivo plastificante, debido a la reducción de la relación agua - cemento que se produce al usar el aditivo en la mezcla de concreto.				

ANEXO N°2

PANEL FOTOGRÁFICO/CONCRETO SIN ADITIVO



IMAGEN 1: INSUMOS PARA LA ELABORACION DEL CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa el pesado de los materiales para la elaboracion del concreto sin aditivo.



IMAGEN 2: PREPARACION DE PROBETAS PARA CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa el engrasado de los moldes para el concreto sin aditivo.



IMAGEN 3: ELABORACION DEL CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa el vertimiento de los materiales dentro del trompito.



IMAGEN 4: ELABORACION DEL CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa el mezclado de los materiales dentro del trompito.



IMAGEN 5: PREPARACION DE ENSAYO DE REVENIMIENTO. En la imagen se observa el llenado del cono de abrams..



IMAGEN 6: ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen como se desarrolla el ensayo de revenimiento.



IMAGEN 7: ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa la medición del asentamiento.



IMAGEN 8: ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa la medición del asentamiento.



IMAGEN 9: ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa la medición del asentamiento.



IMAGEN 10: MUESTRA DEL CONCRETO SIN ADITIVO PARA EXUDACION. En la imagen se observa la muestra del concreto obtenida para el ensayo de exudación.



IMAGEN 11: MEDICION DE AGUA DE ENSAYO DE EXUDACION. En la imagen se observa la medicion del agua exudada de la muestra de concreto sin aditivo.



IMAGEN 12: EXTRACCION DE AGUA DE ENSAYO DE EXUDACION. En la imagen se observa la extraccion del agua exudada de la muestra de concreto sin aditivo.



IMAGEN 13: INCLINACION DE MUESTRA DE CONCRETO SIN ADITIVO PARA RECOLECCION DE AGUA DE EXUDACION. En la imagen se observa la inclinacion de .



IMAGEN 14: ENSAYO DE EXUDACION CONCRETO SIN ADITIVO. En la imagen se observa el molde con el agua de exudacion.



IMAGEN 15: MEDICION DEL VOLMUEN DE AGUA EXUDADA. En la imagen se observa la medicion de la cantidad de agua exudada del concreto sin aditivo.



IMAGEN 16: MEDICION DEL VOLMUEN DE AGUA EXUDADA. En la imagen se observa la medicion de la cantidad de agua exudada del concreto sin aditivo.



IMAGEN 17: MUESTRAS DE CONCRETO SIN ADITIVO PARA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA. En la imagen se observa las muestras que seran utilizados para el ensayo de tiempo de fragua.



IMAGEN 18: MUESTRAS DE CONCRETO SIN ADITIVO PARA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA. En la imagen se observa las muestras que seran utilizados para el ensayo de tiempo de fragua



IMAGEN 19: CAMBIO DE AGUJA DE PENETRACION PARA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA CONCRETO SIN ADITIVO.



IMAGEN 20: MUESTRA UTILIZADA PARA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA.



IMAGEN 21: FINALIZACION DE ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO SIN ADITIVO.



IMAGEN 22: FINALIZACION DE ELABORACION DE PROBETAS DE CONCRETO SIN ADITIVO.



IMAGEN 23: PROBETA CONCRETO SIN ADITIVO USADA ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.



IMAGEN 24: PROBETA CONCRETO SIN ADITIVO USADA ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.



IMAGEN 25: CONCRETO SIN ADITIVO ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.



IMAGEN 26: PROBETA CONCRETO SIN ADITIVO USADA ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.



IMAGEN 27: PROBETAS DE CONCRETO SIN ADITIVO AL FINALIZAR ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE.

ANEXO N° 3

PANEL FOTOGRAFICO/CONCRETO CON ADITIVO



IMAGEN 28: ELABORACION DEL CONCRETO CON ADITIVO. En la imagen se observa la verificación de los equipos para la elaboración del concreto con aditivo.



IMAGEN 29: PREPARACION DE CONCRETO CON ADITIVO.



IMAGEN 30: ELABORACION DEL CONCRETO CON ADITIVO. En la imagen se observa el vertimiento de los materiales dentro del trompito.



IMAGEN 31: ELABORACION DEL CONCRETO SIN ADITIVO..



IMAGEN 32: PREPARACION DE PROBETAS CON ADITIVO. En la imagen se observa el llenado de los moldes.



IMAGEN 33: PROBETAS CON ADITIVO ELABORADAS.



IMAGEN 34: TRASLADO DE PROBETAS CON ADITIVO ELABORADAS.



IMAGEN 35: PROBETAS CON ADITIVO CULMINADAS.



IMAGEN 36: ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO CON ADITIVO LLENADO DE CONO DE ABRAMS.



IMAGEN 37: ENSAYO DE REVENIMIENTO CONCRETO CON ADITIVO ENRASADO DE CONO DE ABRAMS.



IMAGEN 38: MEDICION DE ASENTAMIENTO CONO DE ABRAMS PRIMERA MUESTRA.



IMAGEN 39: MEDICION DE ASENTAMIENTO CONO DE ABRAMS SEGUNDA MUESTRA.



IMAGEN 40: MEDICION DE ASENTAMIENTO CONO DE ABRAMS TERCERA MUESTRA.



IMAGEN 41: CONCRETO CON ADITIVO PESO UNITARIO DE MASA.



IMAGEN 42: PESADO DE CONCRETO CON ADITIVO PESO UNITARIO DE MASA



IMAGEN 43: PREPARACION DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUA.



IMAGEN 44: MUESTRA DE CONCRETO CON ADITIVO ENSAYO DE EXUDACION.



IMAGEN 45: EXTRACCION DE AGUA DE MUESTRA DE CONCRETO CON ADITIVO ENSAYO DE EXUDACION.



IMAGEN 48: MUESTRAS DE CONCRETO CON ADITIVO PREPARADAS PARA ENSAYO DE COMPRESION.



IMAGEN 49: PROBETAS CON ADITIVO, ANTES DE ENSAYO DE COMPRESION.



IMAGEN 50: ROTURA DE MUESTRAS CON ADITIVO ENSAYO DE COMPRESION.



IMAGEN 51: PROBETAS DE CONCRETO CON ADITIVO DURANTE DE ENSAYO DE COMPRESION.

ANEXO N° 4

FICHA DE EVALUACION DE TRABAJABILIDAD		
MUESTRA:		
Fecha:		
DESCRIPCION	MEDIDA	
PRUEBA N° 01 - S/A	pulg.	
	cm.	
PRUEBA N° 02 - S/A	pulg.	
	cm.	
PRUEBA N° 03 - S/A	pulg.	
	cm.	
PRUEBA N° 04 - S/A	pulg.	
	cm.	
OBSERVACIONES:		

ANEXO N° 8 - ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS

Partida	xx.xx.xxx	COSTO DE PRODUCCION DE 1 M³ DE CONCRETO SIN ADITIVO					
		CONCRETO ESTRUCTURAL F'c 210 Kg/cm²					
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ.	18.000	Costo unitario directo por : m3		375.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
XXXXXXXX	CAPATAZ	hh	0.5	0.22222	19.18	4.26	
XXXXXXXX	OPERARIO	hh	3.0	1.33333	14.75	19.67	
XXXXXXXX	OFICIAL	hh	3.0	1.33333	12.84	17.12	
XXXXXXXX	PEON	hh	6.0	2.66667	11.58	30.88	
						71.93	
Materiales							
XXXXXXXX	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.61	80.00	49.06	
XXXXXXXX	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.43	22.50	189.74	
XXXXXXXX	ARENA GRUESA	m3		0.42	120.00	50.08	
XXXXXXXX	AGUA	m3		0.20	5.00	1.00	
XXXXXXXX	COMBUSTIBLE	gal		0.28	12.50	3.50	
						293.37	
Equipos							
XXXXXXXX	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	71.93	3.60	
XXXXXXXX	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3	hm	1.00	0.44444	8.96	3.98	
XXXXXXXX	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.00	0.44444	5.11	2.27	
						9.85	

Partida	xx.xx.xxx	COSTO DE PRODUCCION DE 1 M³ DE CONCRETO CON ADITIVO					
		CONCRETO ESTRUCTURAL F'c 210 Kg/cm²					
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ.	18.000	Costo unitario directo por : m3		393.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
XXXXXXXX	CAPATAZ	hh	0.5	0.22222	19.18	4.26	
XXXXXXXX	OPERARIO	hh	3.0	1.33333	14.75	19.67	
XXXXXXXX	OFICIAL	hh	3.0	1.33333	12.84	17.12	
XXXXXXXX	PEON	hh	6.0	2.66667	11.58	30.88	
						71.93	
Materiales							
XXXXXXXX	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.61	80.00	49.06	
XXXXXXXX	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.43	22.50	189.74	
XXXXXXXX	ARENA GRUESA	m3		0.42	120.00	50.08	
XXXXXXXX	AGUA	m3		0.20	5.00	1.00	
XXXXXXXX	COMBUSTIBLE	gal		0.28	12.50	3.50	
XXXXXXXX	ADITIVO	gal		0.53	33.90	17.87	
						311.24	
Equipos							
XXXXXXXX	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	71.93	3.60	
XXXXXXXX	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3	hm	1.00	0.44444	8.96	3.98	
XXXXXXXX	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.00	0.44444	5.11	2.27	
						9.85	

VARIACION DE PRECIO POR M3 = 17.87

VARIACION PORCENTUAL = 4.76%

MAS COSTOSO QUE UN CONCRETO SIN ADITIVO

ANEXO N° 9
ENSAYOS DE AGREGADOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Atención : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
 Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL
 CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F^c=210 KG/CM² EN
 EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
 Fecha de recepción : lunes, 26 de Marzo de 2018
 Fecha de emisión : martes, 3 de Abril de 2018

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012:13 - ASTM C 136-96a

Código ASTM C 136-96a

Código NTP 400.012:13

Título Standard Test Method for Sieve Analysis of
Fine and Coarse Aggregates.

Título AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
fino, grueso y global

AGREGADO FINO

Tamiz	Abertura (mm)	MUESTRA RETENIDA			% MUESTRA QUE PASA
		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acum. Retenido	
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	62	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	3.40	0.13	0.13	99.87
Nº8	2.36	351.00	13.69	13.82	86.18
Nº16	1.18	346.40	13.51	27.32	72.68
Nº30	0.59	371.20	14.47	41.80	58.20
Nº50	0.296	701.30	27.34	69.14	30.86
Nº100	0.1475	567.40	22.12	91.27	8.73
FONDO		224.00	8.73	100.00	0.00
TOTAL		2564.70	100.00		

MF= 2.435

Lugar	Pilcomayo
Muestra	M1

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la
 reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICATION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 219 - 2017)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065903042018

Atención : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 Proyecto/Obra : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
 Fecha de recepción : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
 Fecha de emisión : lunes, 26 de Marzo de 2018
 : martes, 3 de Abril de 2018

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012:13 - ASTM C 136-96a

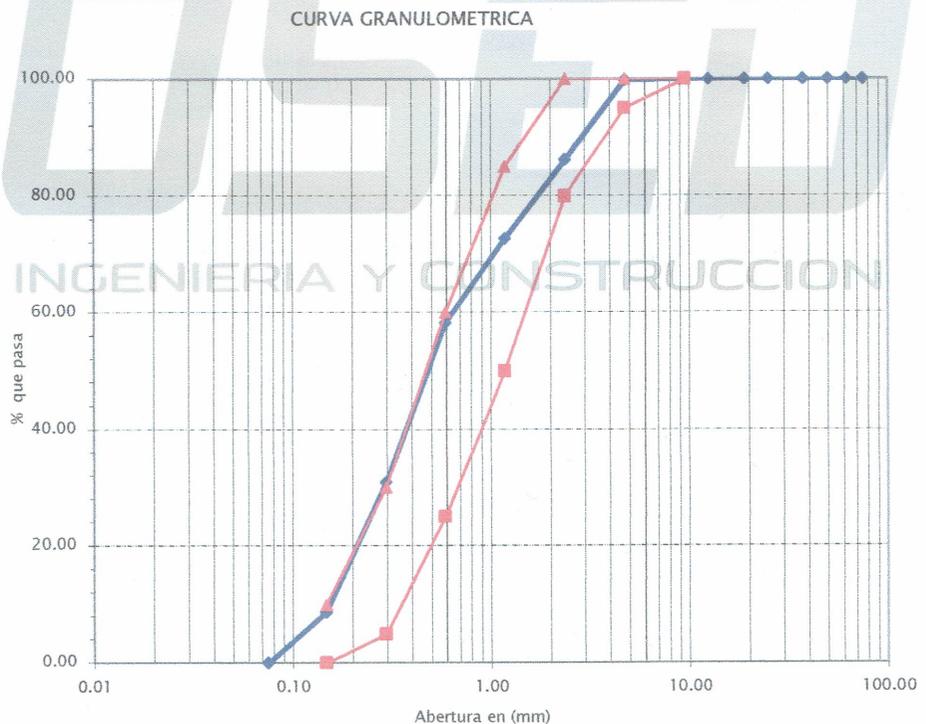
Código ASTM C 136-96a

Código NTP 400.012:13

Título Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

Título AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

Tamiz	Abertura	% Acum. Retenido	% Pasa
3"	75.00	0.00	100.00
2 1/2"	62.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	100.00
N°4	4.75	0.13	99.87
N°8	2.36	13.82	86.18
N°16	1.18	27.32	72.68
N°30	0.59	41.80	58.20
N°50	0.30	69.14	30.86
N°100	0.15	91.27	8.73
FONDO	0.08	100.00	0.00



MF= 2.435

Lugar	Pilcomayo
Muestra	M1

—●— GRANULOMETRIA
 —■— LIMITE MINIMO
 —▲— LIMITE MAXIMO

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
 El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICATION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 219 - 2017)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo

Tel. : 064 247389 / Cel: 981 783290 / 975 729909 / RPM: #151690 / RPC: 955 736451

E-mail: acamayog@dosedperu.com / proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com



Proyecto/Obra

"INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"

Atención

Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS

Fecha de recepción

: Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Fecha de emisión

: lunes, 26 de Marzo de 2018

: martes, 3 de Abril de 2018

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO

CANTERA: PILCOMAYO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 400.017

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS

	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg)	19.915	19.98	20.015
PESO DE LA VASIJA (kg)	4.555	4.555	4.555
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	15.36	15.425	15.46
CONSTANTE (1/Vol.molde)	105	105	105
PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³)	1612.8	1619.6	1623.3
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1618.6		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1605.1		

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	21.93	21.78	21.81
PESO DE LA VASIJA (kg)	4.56	4.56	4.56
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	17.37	17.23	17.26
CONSTANTE (1/Vol.molde)	105.00	105.00	105.00
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm ³)	1823.9	1808.6	1811.8
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO (kg/m ³)	1814.8		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1799.6		

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 339.185

	M1	M2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr) + TARA	1037.20	0.00
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (g) + TARA	1029.30	0.00
TARA	91.40	0.00
CONTENIDO DE AGUA (kg)	7.80	8.10
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	0.85	0.84
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	0.84	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 400.021

I. DATOS	PROMEDIO		
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua	956.50	962.60	965.10
Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon	644.30	651.30	658.20
Peso del agua (W = 1·2)	312.20	311.30	306.90
Peso de la arena secada al horno + peso del balon	641.30	643.80	646.40
Peso del balon	148.70	151.30	153.90
Peso de la arena secada al horno (A = 4·5)	492.60	492.50	492.50
Volumen del balon V = 500 ml	500.00	500.00	500.00

II. RESULTADOS	PROMEDIO		
PESO ESPECIFICO DE MASA [P.E.M. = A / (V · W)]	2.62	2.61	2.55
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SEC	2.66	2.65	2.59
PESO ESPECIFICO APARENTE [P.E.A. = A / (V · W) · (500 · A)]	2.73	2.72	2.65
PORCENTAJE DE ABSORCION [(500 · A) / A * 100]	1.50	1.522843	1.52284264
PROMEDIO DE ABSORCION	1.52		

OBSERVACIONES

: Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 219 - 2017)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)

Jr. Aguirre Morales N° 562 El Tambo - Huancayo

Tel.: 064-247389 / Cel: 981 783290 / 975 729909 / RPM: #151690 / RPC: 955 736451

E-mail: acamayog@dosedperu.com / proyectos@dosedperu.com / www.dosedperu.com


**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO**

Atención : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
 Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL
 CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN
 EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
 Fecha de recepción : lunes, 26 de Marzo de 2018
 Fecha de emisión : martes, 3 de Abril de 2018

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012:13 - ASTM C 136-96a

Código ASTM C 136-96a

Código NTP 400.012:13

Título Standard Test Method for Sieve Analysis of
 Fine and Coarse Aggregates.

Título AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
 fino, grueso y global

AGREGADO GRUESO

Tamiz	Abertura (mm)	MUESTRA RETENIDA			% MUESTRA QUE PASA
		Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Acum. Retenido	
3"	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	62	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	1060.00	32.29	32.29	67.71
1/2"	12.5	1522.40	46.38	78.67	21.33
3/8"	9.5	348.90	10.63	89.30	10.70
N°4	4.75	289.90	8.83	98.14	1.86
FONDO		61.20	1.86	100.00	0.00
	TOTAL	3282.40	100.00		

MF= 7.197

Lugar	Pilcomayo
Muestra	M1

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)
EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 219 - 2017)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065903042018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN
Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Atención : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Fecha de recepción : lunes, 26 de Marzo de 2018
Fecha de emisión : martes, 3 de Abril de 2018

ANALISIS GRANULOMETRICO NTP 400.012:13 · ASTM C 136-96a

Código ASTM C 136-96a

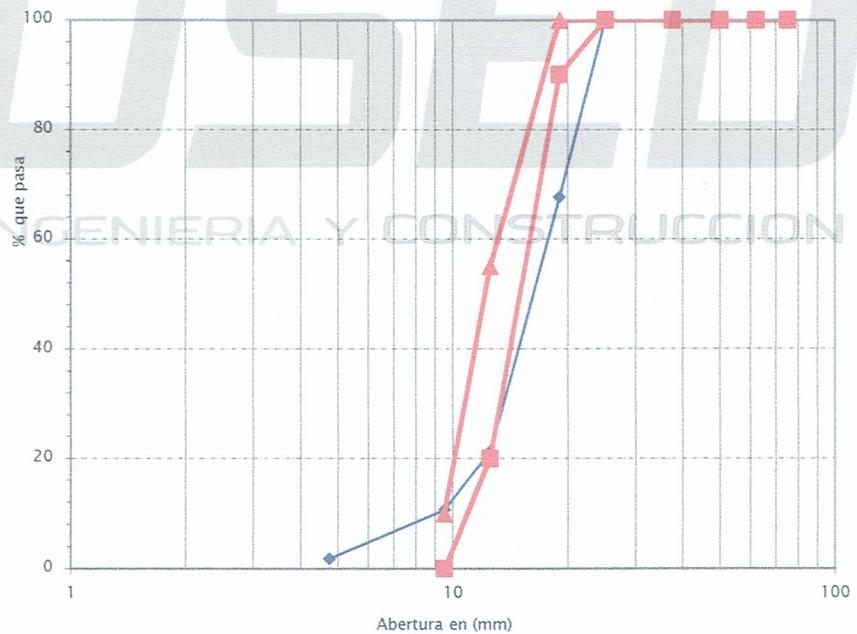
Código NTP 400.012:13

Título Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.

Título AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

Tamiz	Abertura	% Acum. Retenido	% Pasa
3"	75	0	100
2 1/2"	62	0	100
2"	50	0	100
1 1/2"	38	0	100
1"	25	0	100
3/4"	19	32	68
1/2"	13	79	21
3/8"	10	89	11
N°4	5	98	2
FONDO		100.0	0.0

CURVA GRANULOMETRICA



MF= 7.197

Lugar	PILCOMAYO
Muestra	M1

—●— GRANULOMETRIA
—■— LIMITE MINIMO
—▲— LIMITE MAXIMO

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 219 - 2017)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)



Proyecto/Obra : HUANCAYO - 2017
 Atención : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 Fecha de recepción : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
 Fecha de emisión : lunes, 26 de Marzo de 2018
 : martes, 3 de Abril de 2018

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO

CANTERA: PILCOMAYO

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO
N.T.P. 400.017

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUSS

	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASIJA (kg)	18.605	18.59	18.73
PESO DE LA VASIJA (kg)	4.555	4.555	4.555
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	14.05	14.035	14.175
CONSTANTE (1/Vol.molde)	105	105	105
PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³)	1475.25	1473.675	1488.375
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1479.1		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1474.99		

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUCS

	M1	M2	M3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASIJA (kg)	20.33	19.99	20.26
PESO DE LA VASIJA (kg)	4.56	4.56	4.56
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	15.78	15.43	15.70
CONSTANTE (1/Vol.molde)	105.00	105.00	105.00
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm ³)	1656.74	1620.15	1648.50
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1641.80		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1637.24		

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO GRUESO
N.T.P. 339.185

	M1	M2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	1034.40	1032.60
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	1031.80	1029.80
TARA	60.40	63.40
CONTENIDO DE AGUA (kg)	2.60	2.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.27	0.29
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	0.28	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
N.T.P. 400.021

I. DATOS

	M1	M2	M3
Peso de la muestra secada al horno (A)	2968.00	2978.00	2981.00
Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	2998.00	3000.00	3008.00
Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua	2784.00	2789.00	2800.00
Peso de la canastilla dentro del agua	912.00	916.00	908.00
Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	1868.00	1877.00	1892.00

II. RESULTADOS

	M1	M2	M3
PESO ESPECIFICO DE MASA [P.E.M. = A / B · C]	2.62	2.65	2.68
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO [P.E.M.S.S.S. = B / (B · C)]	2.65	2.67	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE [P.E.A. = A / (A · C)]	2.70	2.70	2.69
PORCENTAJE DE ABSORCION (B · A) / A * 100	1.01	0.74	0.78
PROMEDIO DE ABSORCION	0.84		

OBSERVACIONES

: Muestras provista e identificada por el interesado

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)

Estufa utilizada: Modelo STHX-2A-120°C, Serie 13018 - Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LT - 219 - 2017)

Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)

ANEXO N° 10
CERTIFICADOS DE LABORATORIO DEL GRUPO CONTROL
(SIN ADITIVO)



DS0065903042018

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 AGREGADOS Y CONCRETO**
INFORME N° DS0065903042018

Solicitante: Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Proyecto/Obra: "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'c=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"

Fecha de recepción: lunes, 26 de Marzo de 2018
 Fecha de emisión: martes, 3 de Abril de 2018

DISEÑO DE MEZCLAS (f'c = 210 kg/cm²)

CEMENTO : ANDINO TIPO I
 Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO
 ARENA GRUESA
 CANTERA: PILCOMAYO

Peso específico de masa : 2.59
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.63
 Peso específico de aparente : 2.70
 Peso unitario suelto : 1605 Kg/m³
 Peso unitario compactado : 1800 Kg/m³

AGREGADO GRUESO
 PIEDRA CHANCADA 3/4"
 CANTERA: PILCOMAYO

Peso específico de masa : 2.65
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.67
 Peso específico de aparente : 2.71
 Peso unitario suelto : 1475 Kg/m³
 Peso unitario compactado : 1637 Kg/m³

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido
1/2"	0.0
3/8"	0.0
N°4	0.1
N°8	13.7
N°16	13.5
N°30	14.5
N°50	27.3
N°100	22.1
FONDO	8.7

Malla	% Retenido
2"	0.0
1 1/2"	0.0
1"	0.0
3/4"	32.3
1/2"	46.4
3/8"	10.6
N°4	8.8
FONDO	1.9

Modulo de fineza : 2.435
 Absorción : 1.52
 Humedad : 0.84

Tamaño Maximo Nominal : 3/4
 Absorción : 0.84%
 Humedad : 0.28%



Vienen...///



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0065903042018

Solicitante: Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Proyecto/Obra: "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES"

Fecha de recepción: lunes, 26 de Marzo de 2018
Fecha de emisión: martes, 3 de Abril de 2018

DOSIFICACION (f'c = 210 kg/cm²)

ASENTAMIENTO : 3 Pulg.
FACTOR CEMENTO : 8.75 bc/m³
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.556
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.558

PROPORCION EN PESO : 1 : 2.09 : 2.8 / 23.65 lt/bolsa de cemento
PROPORCION EN VOLUMEN : 1 : 1.94 : 2.84 / 23.65 lt/bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2313 kg/m³

CEMENTO	:	358 kg	:	ANDINO TIPO I
AGUA	:	199 L	:	POTABLE
AGREGADO FINO	:	751 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	:	1004 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO: P.U.C. = 2399 kg/m³

CEMENTO	:	372 kg	:	ANDINO TIPO I
AGUA	:	207 L	:	POTABLE
AGREGADO FINO	:	779 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	:	1042 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



DS0065806032018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065806032018

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"

Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018

Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

NORMA : ASTM C232/C232M - 09 , NTP 339.077 - CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto .
ASTM C670 - Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

UBICACIÓN DE CANTERA

PILCOMAYO

PROPORCIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO	AGUA	4.1885
	CEMENTO	7.5269
	AGREGADO FINO	15.7648
	AGREGADO GRUESO	21.0920
RELACION a/c	0.556	
TEMPERATURA (°C)	19	
ASENTAMIENTO (slump)	3"	
METODO USADO PARA LA RECOLECCION DE DATOS DE EXUDACION	METODO A-MUESTRA CONSOLIDADA POR VARILLADO	
TIPO DE DISEÑO	FINEZA	
VOLUMEN FINAL DE EXUDACIÓN DE AGUA	38.30 ml	
PESO DE SOLIDO EXTRAIDOS POR EXUDACIÓN	3.12 gr	
AREA EXPUESTA DEL CONCRETO	326.21 cm ²	
AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.12 ml/cm ²	
PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA	48.57 kg	
PESO DE LA MUESTRA	17.80 Kg	
PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA	4.19 Kg	
AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	1.53 Kg	
CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	2.50 %	
TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	280.00 min	
VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.13 ml/min	

Observaciones: * Muestra provista e identificada por el peticionario

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

EQUIPO UTILIZADO:

Recipiente cilindrico de aproximadamente 14 L de capacidad, con diámetro interior de 255 mm ± 5 mm ,altura interior de 280 mm ± 5 mm . Envase de metal con un espesor de 2,67 mm a 3,40 mm ,reforzado en su extremo superior con un anillo de 2,67 mm a 3,40 mm y 40 mm de ancho. El interior plano y libre de corrosión, pintura o lubricante.



Nataly Lucio Jordova Zorrilla
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia



DS0065906032018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065906032018

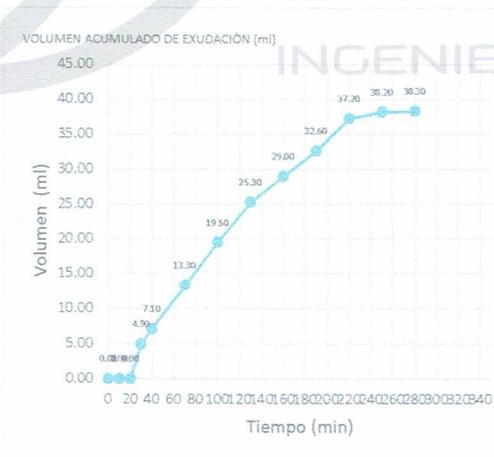
Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Proyecto/Obra : INFLUENCIA DEL ADITIVO FLASIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018
Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

NORMA : ASTM C232/C232M - 09 , NTP 339.077 - CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto . ASTM C670 - Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

UBICACIÓN DE CANTERA

PILCOMAYO

HORA DE ENSAYO	INTERVALO DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO DO (min)	VOLUMEN EXUDADO ml	VOLUMEN EXUDADO ACUMULADO ml	VELOCIDAD DE EXUDACION EN ml/hr	VELOCIDAD DE EXUDACION EN ml/min	VOLUMEN DE EXUDACION (ml/cm ²)
10:17:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:27:00	10	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:37:00	10	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:47:00	10	30.00	4.90	4.90	9.80	0.16	0.02
10:57:00	10	40.00	2.20	7.10	10.65	0.18	0.01
11:27:00	30	70.00	6.20	13.30	11.40	0.19	0.02
11:57:00	30	100.00	6.20	19.50	11.70	0.20	0.02
12:27:00	30	130.00	5.80	25.30	11.68	0.19	0.02
12:57:00	30	160.00	3.70	29.00	10.88	0.18	0.01
13:27:00	30	190.00	3.60	32.60	10.29	0.17	0.01
13:57:00	30	220.00	4.60	37.20	10.15	0.17	0.01
14:27:00	30	250.00	1.00	38.20	9.17	0.15	0.00
14:57:00	30	280.00	0.10	38.30	8.21	0.14	0.00



Observaciones:

* Muestra provista e identificada por el peticionario

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

EQUIPO UTILIZADO:

Recipiente cilíndrico de aproximadamente 14 L de capacidad, con diámetro interior de 255 mm ± 5 mm ,altura interior de 280 mm ± 5 mm . Envase de metal con un espesor de 2,67 mm a 3,40 mm ,reforzado en su extremo superior con un anillo de 2,67 mm a 3,40 mm y 40 mm de ancho. El interior plano y libre de corrosión, pintura o lubricante.



INFORME N° DS0065916042018

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Proyecto/Obra : FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F°C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO
· 2017
Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018
Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO-PENETRÓMETRO

Código : ASTM C 403/C 403 M- 16
Título : Standard Test Method for Time of Setting
of Concrete Mixtures by Penetration
Resistance

Código : NTP 339.082
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de
ensayo para la determinación de tiempo
de fraguado de mezclas por medio de su
resistencia a la penetración

MATERIAL POR METRO CUBICO

CEMENTO	: 358	kg	ANDINO TIPO I	Slump	: 3	Pulg.
AGUA	: 199	L	POTABLE	R a/c	: 0.556	
AGREGADO FINO	: 751	kg	CANTERA PILCOMAYO			
AGREGADO GRUESO	: 1004	kg	CANTERA PILCOMAYO			
Tamaño máximo nominal	: 3/4	Pulg				

Temperatura (°C)		Hora de ensayo	Tiempo transcurrido(horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)		Área (pulg²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
Ambiente	Mortero				Fracción	Entero			
18	19	01:30:00	04:05:00	245	1 1/8	1.125	0.99	200	201.20
18	19	02:00:00	04:35:00	275	4/5	0.813	0.52	176	339.45
18	19	02:30:00	05:05:00	305	4/7	0.563	0.25	170	684.09
18	19	03:00:00	05:35:00	335	3/8	0.375	0.11	102	923.52
18	19	03:30:00	06:05:00	365	1/4	0.250	0.05	96	1955.70
18	19	04:05:00	06:40:00	400	1/5	0.188	0.03	114	4128.69



Fragua inicial (500 PSI) : 4:55 horas
Fragua final (4000 PSI) : 6:43 horas

Jefe de lab. : CZNL

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
PENETROMETRO ACME capacidad 200 lbf marca FORNEY calibrado por METROLOGIA & TECNICAS SAC 2017-09-08
Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)



INFORME N° DS0065916042018

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO

Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018

Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO-PENETRÓMETRO

Código : ASTM C 403/C 403 M- 16
Título : Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance

Código : NTP 339.082
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la determinación de tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración

MATERIAL POR METRO CUBICO

CEMENTO	:	358	kg	ANDINO TIPO I	Slump	:	3	Pulg.
AGUA	:	199	L	POTABLE	R a/c	:	0.556	
AGREGADO FINO	:	751	kg	CANTERA PILCOMAYO				
AGREGADO GRUESO	:	1004	kg	CANTERA PILCOMAYO				
Tamaño máximo nominal	:	3/4	Pulg					

Temperatura (°C)		Hora de ensayo	Tiempo transcurrido(horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)		Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
Ambiente	Mortero				Fracción	Entero			
18	19	01:35:00	04:05:00	245	1 1/8	1.125	0.99	200	201.20
18	19	02:05:00	04:35:00	275	4/5	0.813	0.52	190	366.45
18	19	02:35:00	05:05:00	305	4/7	0.563	0.25	194	780.67
18	19	03:05:00	05:35:00	335	3/8	0.375	0.11	140	1267.58
18	19	03:35:00	06:05:00	365	1/4	0.250	0.05	120	2444.62
18	19	04:20:00	06:50:00	410	1/5	0.188	0.03	124	4490.86



Fragua inicial (500 PSI) : 4:48 horas
Fragua final (4000 PSI) : 6:36 horas

Jefe de lab. : CZNL

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTÁNDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
PENETROMETRO ACME capacidad 200 lbf marca FORNEY calibrado por METROLOGIA & TECNICAS SAC 2017-09-08
Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)

Nataly Rueda
Gerente de Maestrías, Cursos y Certificación



DS0065909052018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0065909052018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM² EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Atención : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018
Fecha de emisión : miércoles, 9 de Mayo de 2018

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

ESPECIMEN N°	DESCRIPCION	f _c kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f _c (kg/cm ²)
PSA=01	PROBETA SIN ADITIVO 01	210	9/04/2018	16/04/2018	7	266.838
PSA=02	PROBETA SIN ADITIVO 02	210	9/04/2018	16/04/2018	7	247.457
PSA=03	PROBETA SIN ADITIVO 03	210	9/04/2018	16/04/2018	7	266.394

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-227-2076 (Setiembre 2017), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standars Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-473-16A



DS0065909052018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0065909052018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN $f'c=210$ KG/CM² EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"

Atención : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018

Fecha de emisión : miércoles, 9 de Mayo de 2018

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

ESPECIMEN N°	DESCRIPCION	$f'c$ kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	$f'c$ (kg/cm ²)
PSA=04	PROBETA SIN ADITIVO 04	210	9/04/2018	23/04/2018	14	323.183
PSA=05	PROBETA SIN ADITIVO 05	210	9/04/2018	23/04/2018	14	293.921
PSA=06	PROBETA SIN ADITIVO 06	210	9/04/2018	23/04/2018	14	314.110

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEDEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-227-2076 (Setiembre 2017), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standars Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-473-16A



DS0065909052018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0065909052018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM² EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Atención : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Fecha de recepción : lunes, 9 de Abril de 2018
Fecha de emisión : miércoles, 9 de Mayo de 2018

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

ESPECIMEN N°	DESCRIPCION	f _c kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Días)	f _c (kg/cm ²)
PSA=07	PROBETA SIN ADITIVO 07	210	9/04/2018	7/05/2018	28	374.865
PSA=08	PROBETA SIN ADITIVO 08	210	9/04/2018	7/05/2018	28	390.634
PSA=09	PROBETA SIN ADITIVO 09	210	9/04/2018	7/05/2018	28	368.613
PSA=10	PROBETA SIN ADITIVO 10	210	9/04/2018	7/05/2018	28	393.173
PSA=11	PROBETA SIN ADITIVO 11	210	9/04/2018	7/05/2018	28	380.331
PSA=12	PROBETA SIN ADITIVO 12	211	9/04/2018	7/05/2018	28	340.401

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibracion MT-LF-227-2076 (Setiembre 2017), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standars Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-473-16A

ANEXO N° 11

**CERTIFICADOS DE LABORATORIO DEL GRUPO EXPERIMENTAL
(CON ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE)**



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0065903042018

Solicitante: Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Proyecto/Obra: "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"

Fecha de recepción: lunes, 26 de Marzo de 2018

Fecha de emisión: martes, 3 de Abril de 2018

DISEÑO DE MEZCLAS ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

CEMENTO : ANDINO TIPO I
Peso específico : 3.12

AGREGADO FINO

ARENA GRUESA
CANTERA: PILCOMAYO

Peso específico de masa : 2.59
Peso específico de masa S.S.S. : 2.63
Peso específico de aparente : 2.70
Peso unitario suelto : 1605 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1800 Kg/m³

AGREGADO GRUESO

PIEDRA CHANCADA 3/4"
CANTERA: PILCOMAYO

Peso específico de masa : 2.65
Peso específico de masa S.S.S. : 2.67
Peso específico de aparente : 2.71
Peso unitario suelto : 1475 Kg/m³
Peso unitario compactado : 1637 Kg/m³

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido
1/2"	0.0
3/8"	0.0
N°4	0.1
N°8	13.7
N°16	13.5
N°30	14.5
N°50	27.3
N°100	22.1
FONDO	8.7

Malla	% Retenido
2"	0.0
1 1/2"	0.0
1"	0.0
3/4"	32.3
1/2"	46.4
3/8"	10.6
N°4	8.8
FONDO	1.9

Modulo de fineza : 2.435
Absorcion : 1.52
Humedad : 0.84

Tamaño Maximo Nominal : 3/4
Absorcion : 0.84%
Humedad : 0.28%

SIKA CEM PLASTIFICANTE

ADITIVO PLASTIFICANTE PARA MEZCLAS DE CONCRETO

Estado Fisico: Liquido
Color: Pardo oscuro
Densidad: 1.20 Kg/l

Dosis Usada: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.



Nataly Lucia Corçova Zorrilla
CIP. 148899
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia



Vienen...///



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES AGREGADOS Y CONCRETO

Van...///

INFORME N° DS0065903042018

Solicitante: Azucena Fatima Rodriguez Matos - Jhon Cristian Ruiz Martinez
 Proyecto/Obra: "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'c=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
 Fecha de recepción: lunes, 26 de Marzo de 2018
 Fecha de emisión: martes, 3 de Abril de 2018

DOSIFICACION (f'c = 210 kg/cm²)

ASENTAMIENTO : 6 1/2 Pulg.
 FACTOR CEMENTO : 8.67 bc/m³
 RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.556
 RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.558
 PROPORCION EN PESO : 1 : 2.09 : 2.8 / 0.3lt/de aditivo : 23.4lt/de agua por bolsa de cemento
 PROPORCION EN VOLUMEN : 1 : 1.94 : 2.84 / 0.25lt/de aditivo : 23.4lt/de agua por bolsa de cemento

CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO P.U.C. = 2313 kg/m³

CEMENTO	:	358 kg	:	ANDINO TIPO I
AGUA	:	197 L	:	POTABLE
AGREGADO FINO	:	751 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	:	1004 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
ADITIVO PLASTIFICANTE	:	2.108 lt	:	SIKA CEM PLASTIFICANTE

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO: P.U.C. = 2378 kg/m³

CEMENTO	:	368 kg	:	ANDINO TIPO I
AGUA	:	203 L	:	POTABLE
AGREGADO FINO	:	772 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	:	1033 kg	:	CANTERA: PILCOMAYO
ADITIVO PLASTIFICANTE	:	2.167 lt	:	SIKA CEM PLASTIFICANTE

*MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)



DS0065806032018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065806032018

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 Proyecto/Obra : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
 "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL
 CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN
 EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO · 2017"
 Fecha de recepción : martes, 10 de Abril de 2018
 Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

NORMA : ASTM C232/C232M – 09 , NTP 339.077 · CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto . ASTM C670
 · Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

UBICACIÓN DE CANTERA

PILCOMAYO

Aditivo : Sika® Cem Plastificante
 250 mL por bolsa de cemento de
 42.5 Kg.

PROPORCIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO	AGUA (Kg)	4.1885
	CEMENTO (Kg)	7.5269
	AGREGADO FINO (Kg)	15.7648
	AGREGADO GRUESO (Kg)	21.0920
	ADITIVO (Kg)	0.044
RELACION a/c	0.562	
TEMPERATURA (°C)	19	
ASENTAMIENTO (slump)	6 1/2"	
METODO USADO PARA LA RECOLECCION DE DATOS DE EXUDACION	METODO A-MUESTRA CONSOLIDADA POR VARILLADO	
TIPO DE DISEÑO	FINEZA	
VOLUMEN FINAL DE EXUDACIÓN DE AGUA	51.20 ml	
PESO DE SOLIDO EXTRAIDOS POR EXUDACIÓN	1.20 gr	
AREA EXPUESTA DEL CONCRETO	326.21 cm ²	
AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE	0.16 ml/cm ²	
PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA	48.57 kg	
PESO DE LA MUESTRA	19.40 Kg	
PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA	4.19 Kg	
AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA	1.67 Kg	
CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA	3.06 %	
TIEMPO TOTAL DE EXUDACION	340.00 min	
VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION	0.11 ml/min	

Observaciones:

* Muestra provista e identificada por el peticionario

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°902-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

EQUIPO UTILIZADO:

Recipiente cilíndrico de aproximadamente 14 L de capacidad, con diámetro interior de 255 mm ± 5 mm ,altura interior de 280 mm ± 5 mm . Envase de metal con un espesor de 2,67 mm a 3,40 mm ,reforzado en su extremo superior con un anillo de 2,67 mm a 3,40 mm y 40 mm de ancho. El interior plano y libre de corrosión, pintura o lubricante.



Nataly Lucia Corzo Zorrilla
 CIP: 145803
 Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

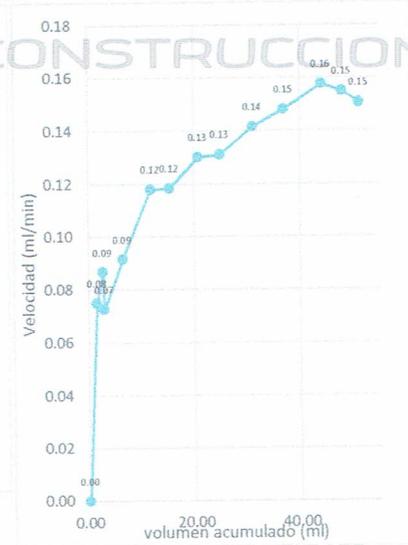
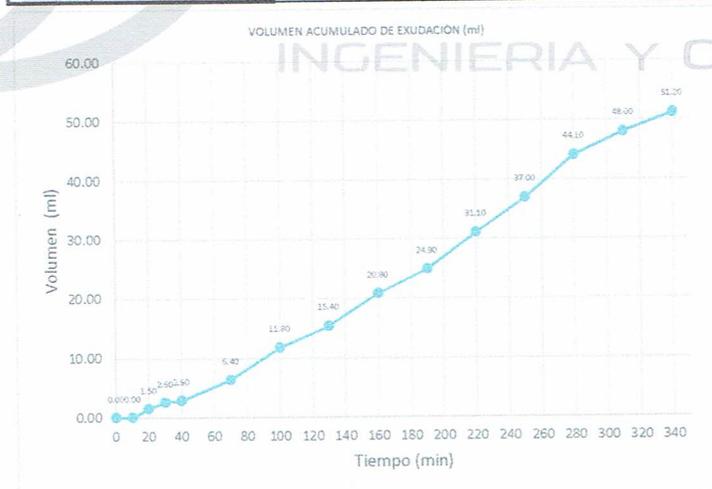


LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'c=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
Fecha de recepción : martes, 10 de Abril de 2018
Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

NORMA : ASTM C232/C232M - 09 , NTP 339.077 - CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto . ASTM C670 - Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

UBICACIÓN DE CANTERA			PILCOMAYO			Aditivo : Sika® Cem Plastificante 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.	
HORA DE ENSAYO	INTERVALO DE TIEMPO (min)	TIEMPO ACUMULADO (min)	VOLUMEN EXUDADO ml	VOLUMEN EXUDADO ACUMULADO ml	VELOCIDAD DE EXUDACION EN ml/hr	VELOCIDAD DE EXUDACION EN ml/min	VOLUMEN DE EXUDACION (ml/cm ²)
09:10:00	0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
09:20:00	10	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
09:30:00	10	1.5	1.5	1.5	4.50	0.08	0.00
09:40:00	10	2.6	1.1	2.6	5.20	0.09	0.00
09:50:00	10	2.9	0.3	2.9	4.35	0.07	0.00
10:20:00	30	6.4	3.5	6.4	5.49	0.09	0.01
10:50:00	30	11.8	5.4	11.8	7.08	0.12	0.02
11:20:00	30	15.4	3.6	15.4	7.11	0.12	0.01
11:50:00	30	20.8	5.4	20.8	7.80	0.13	0.02
12:20:00	30	24.9	4.1	24.9	7.86	0.13	0.01
12:50:00	30	31.1	6.2	31.1	8.48	0.14	0.02
13:20:00	30	37.0	5.9	37.0	8.88	0.15	0.02
13:50:00	30	44.1	7.1	44.1	9.45	0.16	0.02
14:20:00	30	48.0	3.9	48.0	9.29	0.15	0.01
14:50:00	30	51.2	3.2	51.2	9.04	0.15	0.01



Observaciones:

* Muestra provista e identificada por el peticionario

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-96/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

EQUIPO UTILIZADO:

Recipiente cilíndrico de aproximadamente 14 L de capacidad, con diámetro interior de 255 mm ± 5 mm ,altura interior de 280 mm ± 5 mm . Envase de metal con un espesor de 2,67 mm a 3,40 mm ,reforzado en su extremo superior con un anillo de 2,67 mm a 3,40 mm y 40 mm de ancho. El interior plano y libre de corrosión, pintura o lubricante.



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065903042018

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F°C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
Fecha de recepción : martes, 10 de Abril de 2018
Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO-PENETRÓMETRO

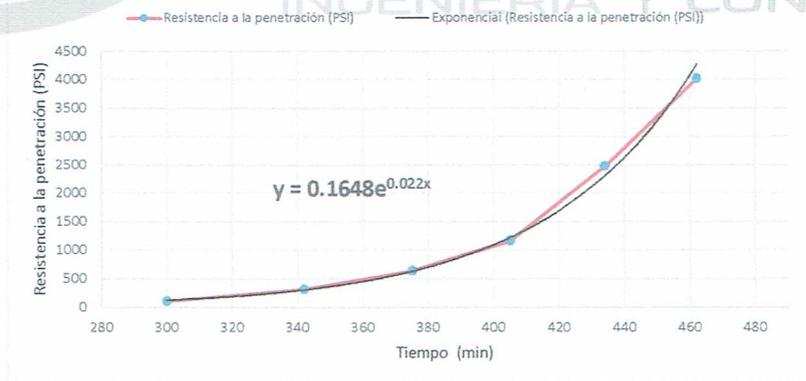
Código ASTM C 403/C 403 M- 16
Título Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance

Código NTP 339.082
Título HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la determinación de tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia ala penetración

MATERIAL POR METRO CUBICO

CEMENTO	:	358	kg	ANDINO TIPO I	Slump	:	6 1/2	Pulg.
AGUA	:	199	L	POTABLE	R a/c	:	0.556	
AGREGADO FINO	:	751	kg	CANTERA PILCOMAYO				
AGREGADO GRUESO	:	1004	kg	CANTERA PILCOMAYO				
ADITIVO PLASTIFICANTE	:	2.108	kg	Sika® Cem Plastificante , 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.				
Tamaño máximo nominal	:	3/4	Pulg					

Temperatura (°c)		Hora de ensayo	Tiempo transcurrido(horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)		Área (pulg ²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
Ambiente	Mortero				Fracción	Entero			
19	19	02:20:00	05:00:00	300	1 1/8	1.125	0.99	114	114.69
19	19	03:02:00	05:42:00	342	4/5	0.813	0.52	168	324.02
19	19	03:35:00	06:15:00	375	4/7	0.563	0.25	159	639.83
19	19	04:05:00	06:45:00	405	3/8	0.375	0.11	129	1167.99
19	19	04:34:00	07:14:00	434	1/4	0.250	0.05	122	2485.36
19	19	05:02:00	07:42:00	462	1/5	0.188	0.03	111	4020.04



Fragua inicial (500 PSI) : 6:04 horas
Fragua final (4000 PSI) : 7:39 horas

Jefe de lab. : CZNL

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
PENETROMETRO ACME capacidad 200 lbf marca FORNEY calibrado por **METROLOGIA & TECNICAS SAC 2017-09-08**
Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)

DOSED
INGENIERIA Y CONSTRUCCION
Nataly Lucia Corzo Zorrilla
Nataly Lucia Corzo Zorrilla
CIP: 148899
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia



DS0065903042018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO

INFORME N° DS0065903042018

Solicitante : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'c=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO · 2017"
Fecha de recepción : martes, 10 de Abril de 2018
Fecha de emisión : jueves, 19 de Abril de 2018

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO-PENETRÓMETRO

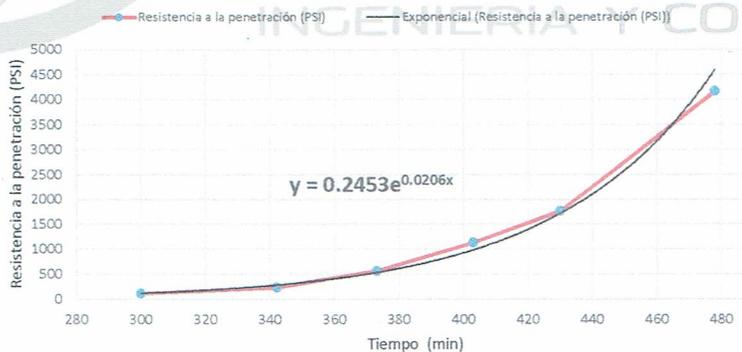
Código ASTM C 403/C 403 M- 16
Título Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance

Código NTP 339.082
Título HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la determinación de tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia ala penetración

MATERIAL POR METRO CUBICO

CEMENTO	:	358	kg	ANDINO TIPO I	Slump	:	6 1/2	Pulg.
AGUA	:	199	L	POTABLE	R _{alc}	:	0.556	
AGREGADO FINO	:	751	kg	CANTERA PILCOMAYO				
AGREGADO GRUESO	:	1004	kg	CANTERA PILCOMAYO				
ADITIVO PLASTIFICANTE	:	2.108	kg	Sika® Cem Plastificante , 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.				
Tamaño máximo nominal	:	3/4	Pulg					

Temperatura (°C)		Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pulg)		Área (pulg²)	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)
Ambiente	Mortero				Fración	Entero			
19	19	02:20:00	05:00:00	300	1 1/8	1.125	0.99	118	118.71
19	19	03:02:00	05:42:00	342	4/5	0.813	0.52	125	241.09
19	19	03:33:00	06:13:00	373	4/7	0.563	0.25	140	563.37
19	19	04:03:00	06:43:00	403	3/8	0.375	0.11	125	1131.77
19	19	04:30:00	07:10:00	430	1/4	0.250	0.05	87	1772.35
19	19	05:18:00	07:58:00	478	1/5	0.188	0.03	115	4164.91



Fragua inicial (500 PSI) : 6:10 horas
Fragua final (4000 PSI) : 7:51 horas

Jefe de lab. : CZNL

OBSERVACIONES : Muestras provista e identificada por el interesado
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

EQUIPO UTILIZADO:

Tamices ESTANDAR TEST SIEVE ASTM E-11 ESPECIFICACION (FORNEY)
PENETROMETRO ACME capacidad 200 lbf marca FORNEY calibrado por **METROLOGIA & TECNICAS SAC 2017-09-08**
Balanza OHAUS SPJ6001, N° Serie B411400997 - 6000gr. Calibrada por METROTEC (Certificado de Calibración N°MT - LM - 410 - 2017)



DS0065909052018

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 AGREGADOS Y CONCRETO**
INFORME N° DS0065909052018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO - 2017"
 Atención : Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
 Fecha de recepción : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
 Fecha de emisión : martes, 10 de Abril de 2018
 Fecha de emisión : miércoles, 9 de Mayo de 2018

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

ESPECIMEN N°	DESCRIPCION	f _c kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f _c (kg/cm ²)
PCA=01	PROBETA CON ADITIVO 01	210	10/04/2018	17/04/2018	7	267.956
PCA=02	PROBETA CON ADITIVO 02	210	10/04/2018	17/04/2018	7	271.984
PCA=03	PROBETA CON ADITIVO 03	210	10/04/2018	17/04/2018	7	274.253

ADITIVO: Sika® Cem Plastificante , 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-227-2076 (Setiembre 2017), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-473-16A



DS0065909052018

INFORME N° DS0065909052018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO · 2017"
Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS

Atención : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ

Fecha de recepción : martes, 10 de Abril de 2018

Fecha de emisión : miércoles, 9 de Mayo de 2018

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

ESPECIMEN N°	DESCRIPCION	f _c kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f _c (kg/cm ²)
PCA=04	PROBETA CON ADITIVO 04	210	10/04/2018	24/04/2018	14	369.146
PCA=05	PROBETA CON ADITIVO 05	210	10/04/2018	24/04/2018	14	386.398
PCA=06	PROBETA CON ADITIVO 06	210	10/04/2018	24/04/2018	14	355.934

ADITIVO: Sika® Cem Plastificante , 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565, Certificado de calibración MT-LF-227-2076 (Setiembre 2017), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibración LEDI-PUCP INF-LE-473-16A



DS0065909052018

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME N° DS0065909052018

Proyecto/Obra : "INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO PARA UN F'C=210 : KG/CM2 EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES EN HUANCAYO · 2017"
Bach. AZUCENA FATIMA RODRIGUEZ MATOS
Atención : Bach. JHON CRISTIAN RUIZ MARTINEZ
Fecha de recepción : martes, 10 de Abril de 2018
Fecha de emisión : miércoles, 9 de Mayo de 2018

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034 - ASTM C39 / C39M - 14a

Código : NTP 339.034:2008. (revisada el 2013)

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3a. ed.

Código : ASTM C39 / C39M - 14a

Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

ESPECIMEN N°	DESCRIPCION	f _c kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD (Dias)	f _c (kg/cm ²)
PCA=07	PROBETA CON ADITIVO 07	210	10/04/2018	8/05/2018	28	376.039
PCA=08	PROBETA CON ADITIVO 08	210	10/04/2018	8/05/2018	28	381.359
PCA=09	PROBETA CON ADITIVO 09	210	10/04/2018	8/05/2018	28	378.281
PCA=10	PROBETA CON ADITIVO 10	210	10/04/2018	8/05/2018	28	389.505
PCA=11	PROBETA CON ADITIVO 11	210	10/04/2018	8/05/2018	28	387.707
PCA=12	PROBETA CON ADITIVO 12	210	10/04/2018	8/05/2018	28	406.492

ADITIVO: Sika® Cem Plastificante , 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg

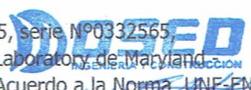
Observaciones: Muestras provista e identificada por el interesado

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Equipo Utilizado

Prensa de Concreto: A&A Instruments, Serie N°131121, Capacidad 200000kg, Indicador Digital MC, Modelo 315-X5, serie N°0332565
Certificado de calibracion MT-LF-227-2076 (Setiembre 2017), Trazabilidad NSTLM-USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland USA), patron utilizado Celda de Carga Calibrado a 15000 KN Con Incertidumbre del Orden de 0,6%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, certificado de calibracion LEDI-PUCP INF-LE-473-16A



Natalia Lucia Cordova Zorrilla
CIP. 148893
Gerente de Mecánica de Suelos y Geotecnia

ANEXO N° 12

FICHA TECNICA DEL ADITIVO SIKA® CEM PLASTIFICANTE

HOJA TÉCNICA

Sika® Cem Plastificante

Super plastificante para mezclas de Concreto Y Mortero

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Cem Plastificante es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada.

Sika® Cem Plastificante no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

USOS

Sika® Cem está particularmente indicado para:

- Todo tipo de mezclas de concreto o mortero que requiera reducir agua, mejorar la trabajabilidad (fluidez del concreto) o ambos casos para lograr reducir costos de: mano de obra, materiales (cemento) y/o tiempo.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® Cem Plastificante tiene las siguientes ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 20% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

NORMAS

ESTÁNDARES

Sika® Cem Plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y tipo G.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Pardo oscuro.

PRESENTACIÓN

- Envase PET x 4 L
- Balde x 20 L

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.
-----------------------	---

DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1,20 kg/L ± 0,02 USGBC VALORACIÓN LEED Sika® Cem Plastificante cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
-----------------------	---

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg. ▪ Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
-------------------------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Adicionar a la mezcla de concreto preferentemente una vez amasado y haciendo un re-mezclado de al menos 1 minuto por cada tanda. PRECAUCIONES Limpie todas la herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
-----------------------------	--

BASES	Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.
--------------	--

RESTRICCIONES LOCALES	Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.
------------------------------	--

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE	Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.
---	---

NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.
----------------------	---

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 2
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Cem Plastificante :

1.- SIKa PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKa CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® Cem Plastificante
22.01.15, Edición 3

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com

