



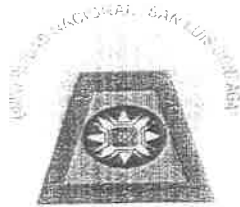
Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

N° 053 – 78490444

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA

presentado por:

ARESTEGUI ROJAS, JOSHUA

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **7% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 05 noviembre de 2021

DAVID MOTTA HUAYANCA
Técnico Operador Tecnológico:



DR. ING. MARTIN HAMILTON WILSON HUAMANCHUMO
Director de la Unidad de Investigación de la FIC

11-11-21



**“UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS
GONZAGA DE ICA”**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL
CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO

PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

ICA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A toda aquella persona que de una forma u otra ha Influenciado en mi vida ya sea de manera positiva o “negativa” ya que sabemos que los que aman a Dios todas las cosas les ayudan a bien.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CONTRACARÁTULA	8
INTRODUCCIÓN	9
<u>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</u>	
1.1) ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	10
1.1.1) ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	10
1.1.2) ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	21
1.1.3) ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL.....	23
1.2) BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.3) MARCO LEGAL.....	52
1.4) MARCO CONCEPTUAL.....	53
<u>CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</u>	
2.1) SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	68
2.2) FORMULACIÓN DE PROBLEMAS.....	69
2.2.1) PROBLEMA GENERAL.....	69
2.2.2) PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	69
2.3) DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	69
2.4) JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	69
2.4.1) JUSTIFICACIÓN.....	69

2.4.2)	IMPORTANCIA.....	70
2.5)	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	70
2.5.1)	OBJETIVO GENERAL.....	70
2.5.2)	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	70
2.6)	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	71
2.6.1)	HIPÓTESIS GENERAL.....	71
2.6.2)	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	71
2.7)	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	72
2.7.1)	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	72
2.7.2)	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	72

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1)	TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	73
	• TIPO DE INVESTIGACIÓN	
	• NIVEL DE INVESTIGACIÓN	
	• DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
3.2)	POBLACIÓN Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACIÓN.....	73
	• POBLACIÓN DE ESTUDIO	
	• MUESTRA DE ESTUDIO	

CAPÍTULO IV: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1)	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	74
4.2)	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	74
4.3)	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	74

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

DE RESULTADOS

- 5.1) PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....79
- 5.2) DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....91

CAPÍTULO VI: COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

- 6.1) CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL.....115
- 6.2) CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....115
- CONCLUSIONES.....116**
- RECOMENDACIONES.....118**
- FUENTES DE INFORMACIÓN.....121**

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general conocer la influencia del aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE en conjunto con el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico en la provincia de Ica, usando agregados provenientes de la misma provincia.

Para esta investigación se evaluaron dos grupos diferentes de mezcla, el primer grupo es el concreto usando el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico sin aditivo (concreto patrón) y el segundo grupo es el concreto usando el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico y adicionando el aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE. En el concreto con aditivo se analiza el efecto de la dosificación del aditivo en el concreto, analizando en estado fresco el nivel de consistencia, peso unitario y en estado endurecido se analiza la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.

Según los resultados obtenidos podemos determinar qué tan influyente es el aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE en conjunto con el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico en el concreto en la provincia de Ica y si la inversión económica para adquirirlo y usarlo compensa los resultados.

ABSTRACT

The present investigation has a general objective, know the influence of the superplasticizer additive Sika Viscocrete – 1110 PE with cement Inka Ultrarresistente tipo Ico on Ica province, using aggregates from Ica too.

For this investigation i evaluate two different mixing groups, the first is concrete using cement Inka ultrarresistente tipo Ico without additive (pattern concrete) and the second group is using cement Inka ultrarresistente tipo Ico with superplasticizer additive Sika Viscocrete – 1110 PE. In concrete with superplasticizer additive we analyze the effect of additive dosification, analyzing in fresh state the consistency level, unit weight and in hardened state we analyze the compressive strength and modulus of elasticity.

Based on the results obtained, we can determinate how influential the superplasticizer additive Sika Viscocrete – 1110 PE is with cement Inka ultrarresistente tipo Ico in the concrete on Ica province and know if economic inversión to acquire and use this, is justified for the results.

“UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL
CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO

PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

ÁREA: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

LÍNEA: MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTOR

ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

ASESOR

ING. VERGARA LOVERA DANIEL

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo los materiales de construcción han sufrido modificaciones en cuanto a distintos ámbitos, como su producción, distribución, precios, etc. El fin de estas modificaciones es cubrir las necesidades y pedidos del mercado.

La finalidad de la investigación es analizar y calcular las propiedades del concreto, tanto en su estado fresco y estado endurecido, sin el aditivo superplastificante y con el aditivo superplastificante, de esta manera podremos recomendar a la población como obtener los resultados deseados e informar del costo que representaría usar dichos materiales.

La tesis cuenta de seis capítulos: el capítulo 1 nos proporciona toda la información que deberíamos conocer antes de empezar a investigar.

En el capítulo 2 describimos el problema que se evaluará en esta investigación.

En el capítulo 3 procedemos a explicar la estrategia metodológica a usar.

En el capítulo 4 explicamos las técnicas e instrumentos para adquirir datos.

En el capítulo 5 presentamos los procedimientos para hallar los resultados y también apreciamos lo que representan los resultados.

En el capítulo 6 constatamos la hipótesis general y las hipótesis específicas.

Al último presentamos conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1) ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los aditivos plastificantes y superplastificantes han sufrido cambios a lo largo de los años, cambios para poder adaptarse a todo tipo situación, están clasificados en generaciones, el aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE pertenece a la tercera generación de plastificantes, denominados **copolímeros vinílicos**, estos proporcionan un mayor efecto plastificante en comparación a las anteriores generaciones, logrando una reducción de agua de hasta un 30%, lo cual se convierte en la obtención de mayor resistencia a la compresión.

Este aditivo plastificante de tercera generación se aplica más en la preparación de concreto autocompactante.

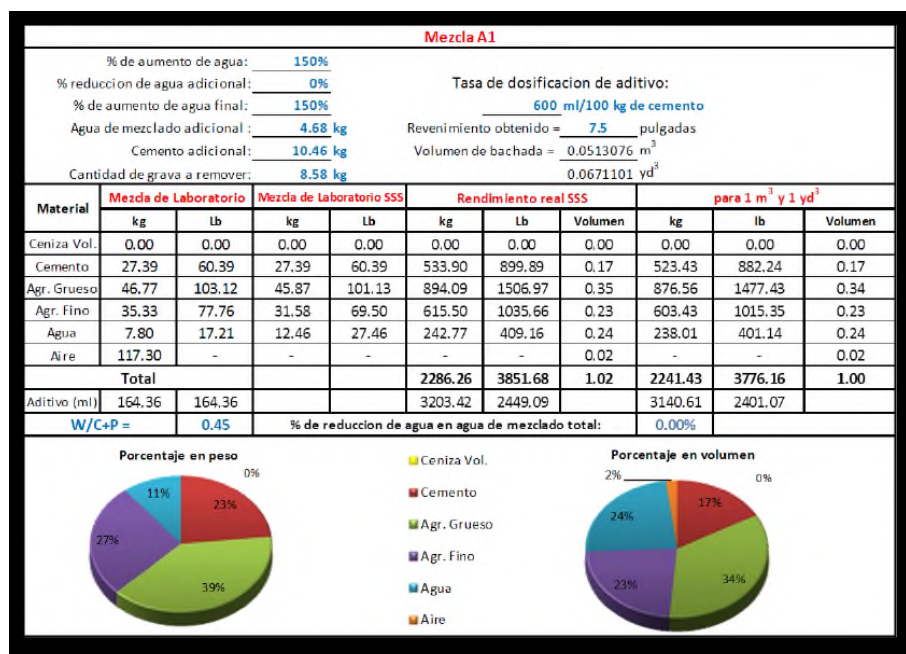
1.1.1) ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

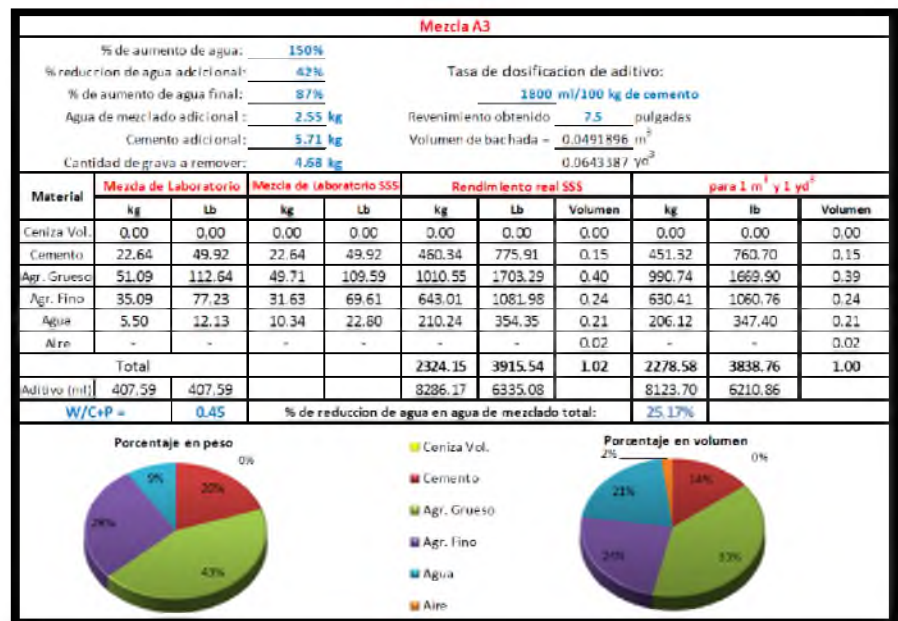
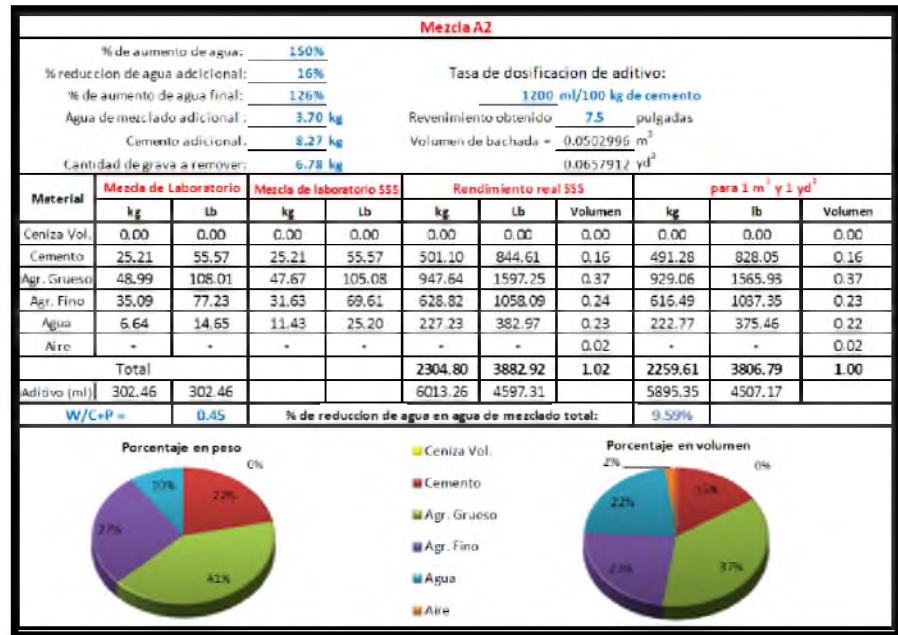
En la tesis “Influencia de la tasa de aditivo superplastificante, en las propiedades del concreto de alta resistencia en estado fresco y endurecido” (Reina, Sánchez y Solano, 2010); desarrollada en el país de El Salvador, tiene como objetivo determinar la influencia que tiene el aditivo superplastificante en la trabajabilidad, resistencia a la compresión y módulo de elasticidad del concreto. Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Suelos y Materiales de la facultad de ingeniería y arquitectura, escuela de ingeniería civil de la Universidad de El Salvador. El aditivo superplastificante que se usa en esta investigación es el EUCON 37 y el material cementante es Cemento CESSA 5000 portland tipo I. Los resultados son los siguientes:

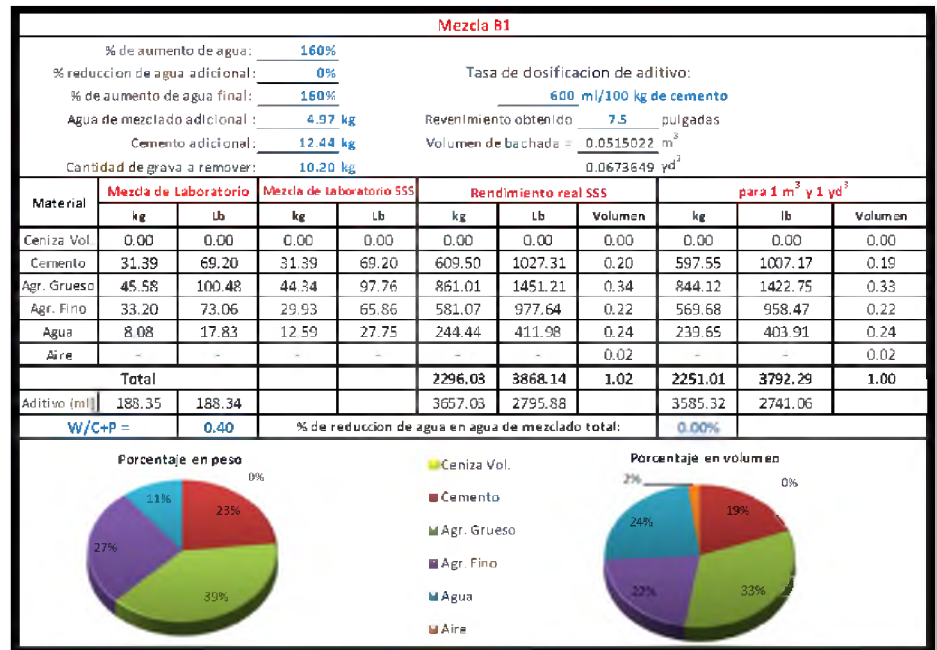
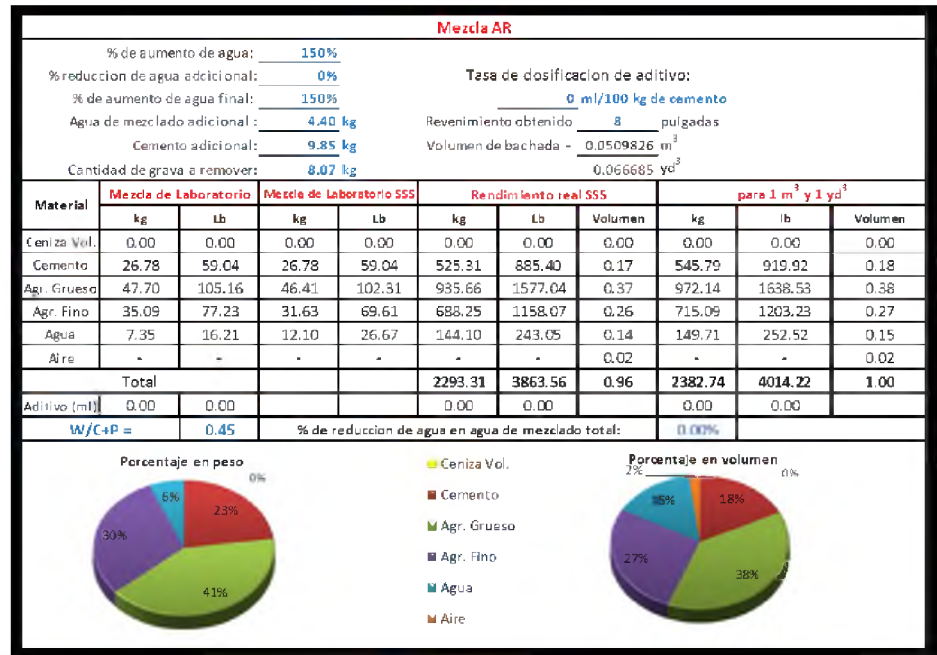
Resultados de ensayos a los agregados

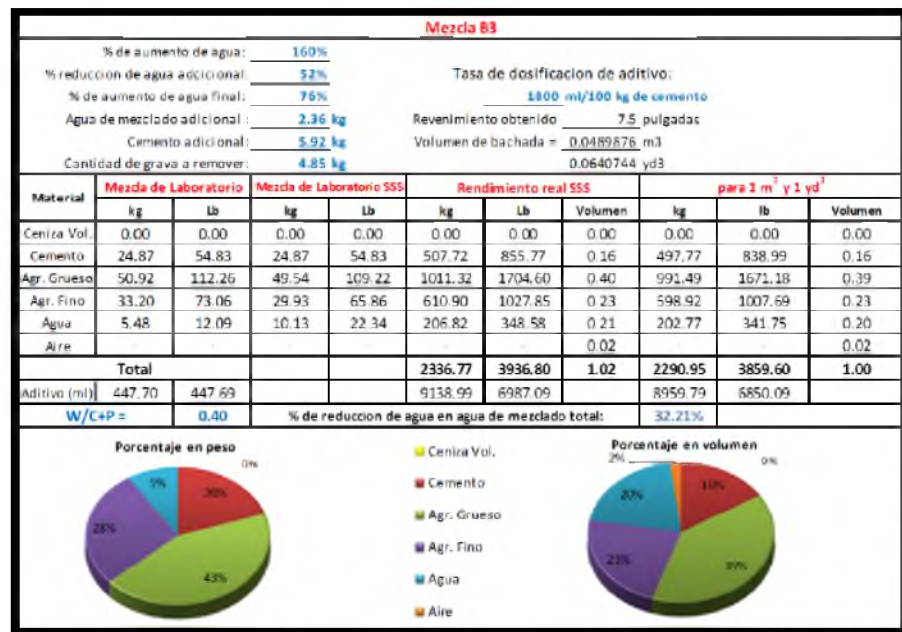
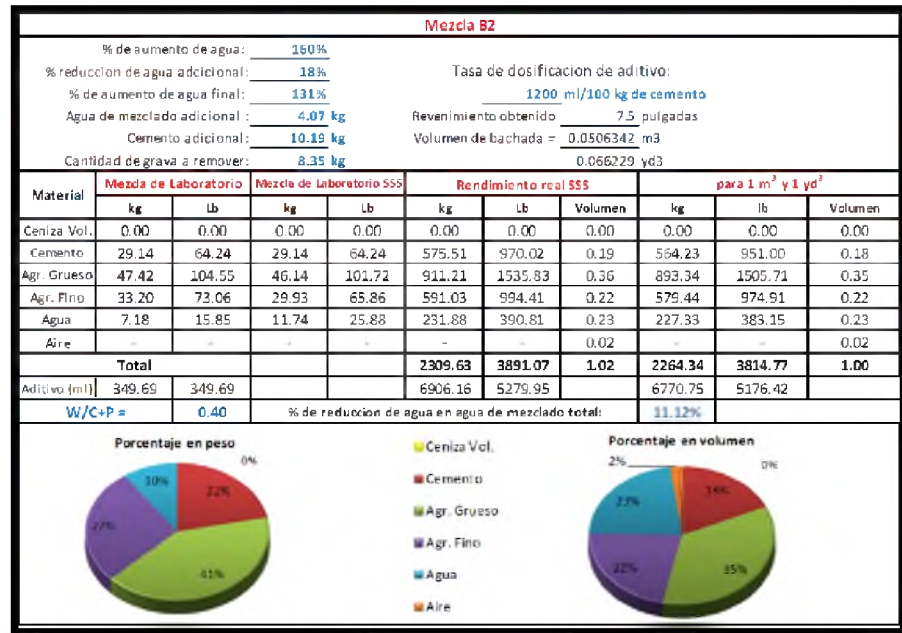
Ensayo de laboratorio	Norma usada	Resultado	Requisito
Impurezas orgánicas	ASTM C 40	Menor que 1	Menor o igual a 3
Granulometría agregado grueso	ASTM C 136	Grava #89 según ASTM C 33	Según ASTM C 33
Granulometría agregado fino	ASTM C 136	Mfprom = 2.98	Según ASTM C 33 2.9 < Gs < 3.1
Gravedad específica y absorción agregado grueso	ASTM C 128	Gs=2.54 %Abs=3.60%	2.4 < Gs < 2.9 %Abs < 4%
Gravedad específica y absorción agregado fino	ASTM C 128	Gs=2.64 %Abs=2.50%	2.4 < Gs < 2.9 %Abs < 6%
Peso volumétrico agregado grueso	ASTM C 29	PVS=1677.577 kg/m ³ PVS=1699.757 kg/m ³	PVS 1260-1750 kg/m ³
Peso volumétrico agregado fino	ASTM C 29	PVS=1678.238 kg/m ³ PVS=1758.595 kg/m ³	--

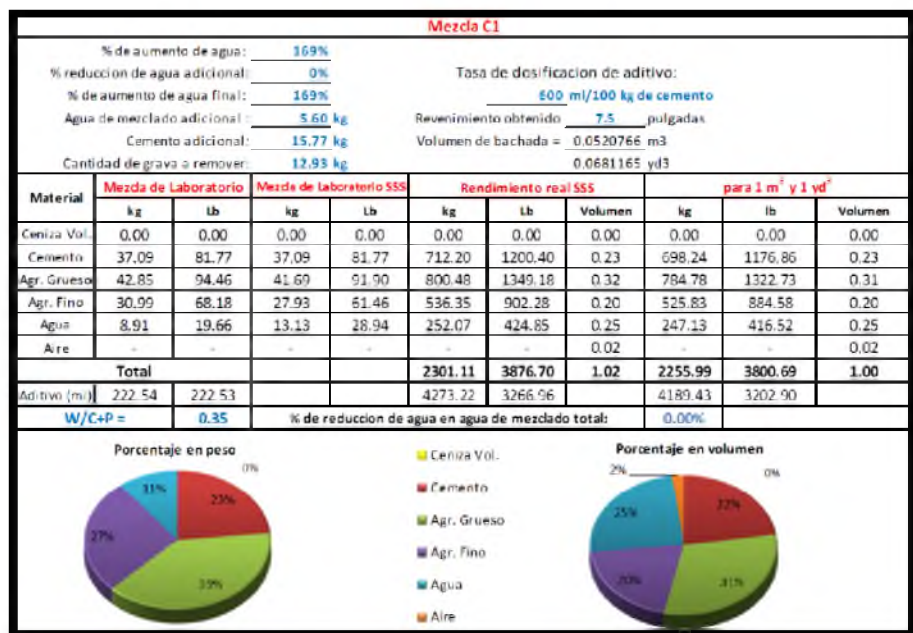
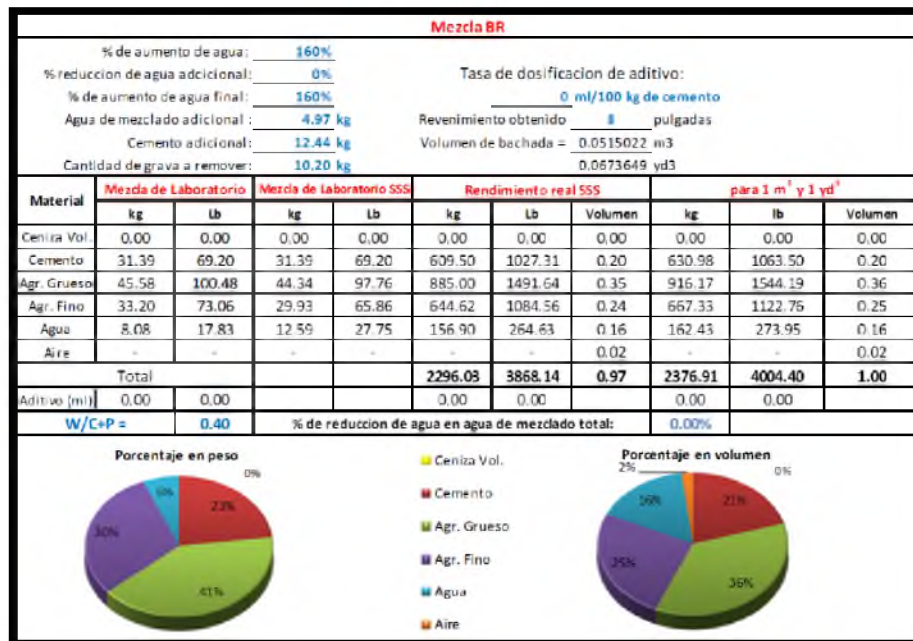
Diseños de mezcla

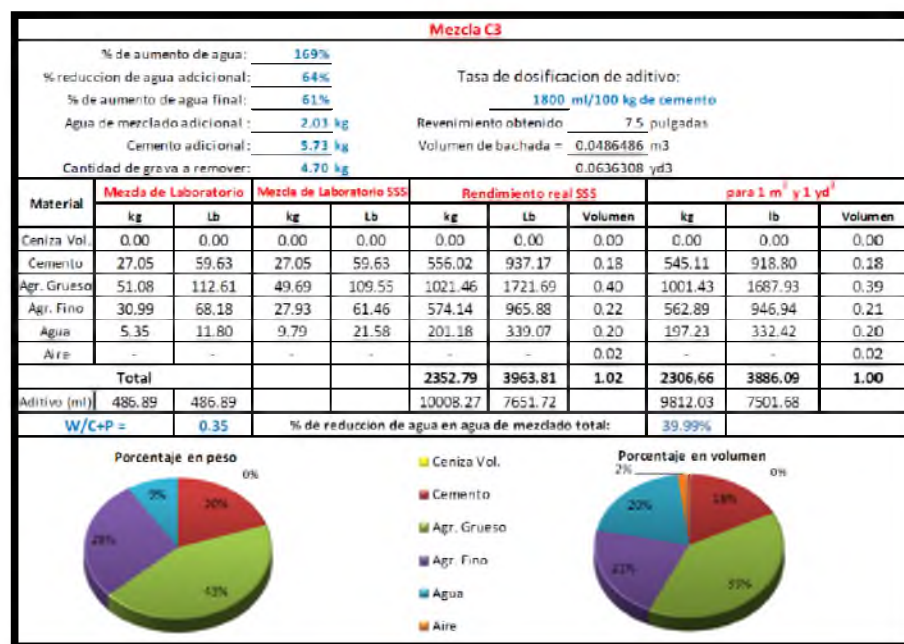
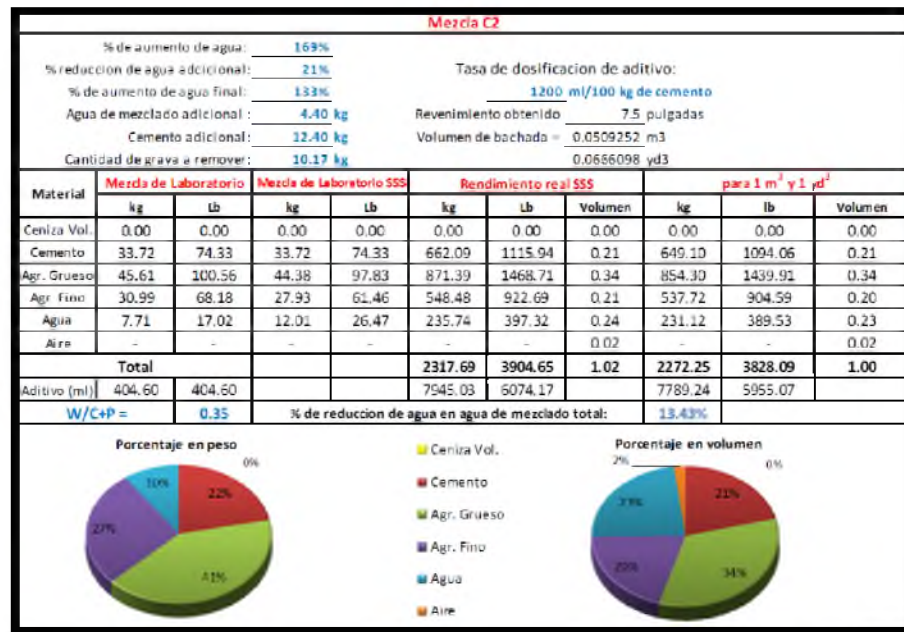


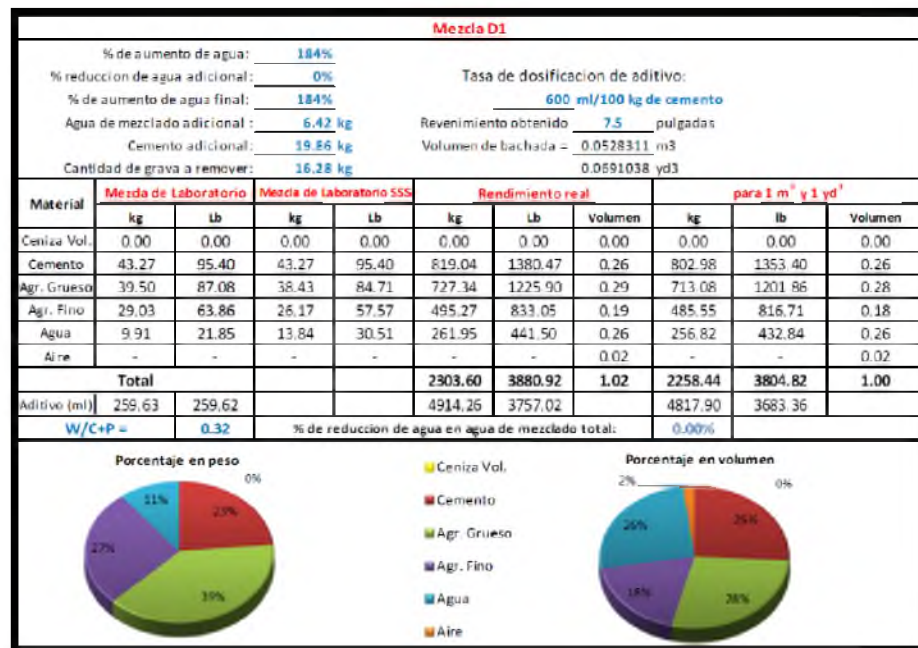
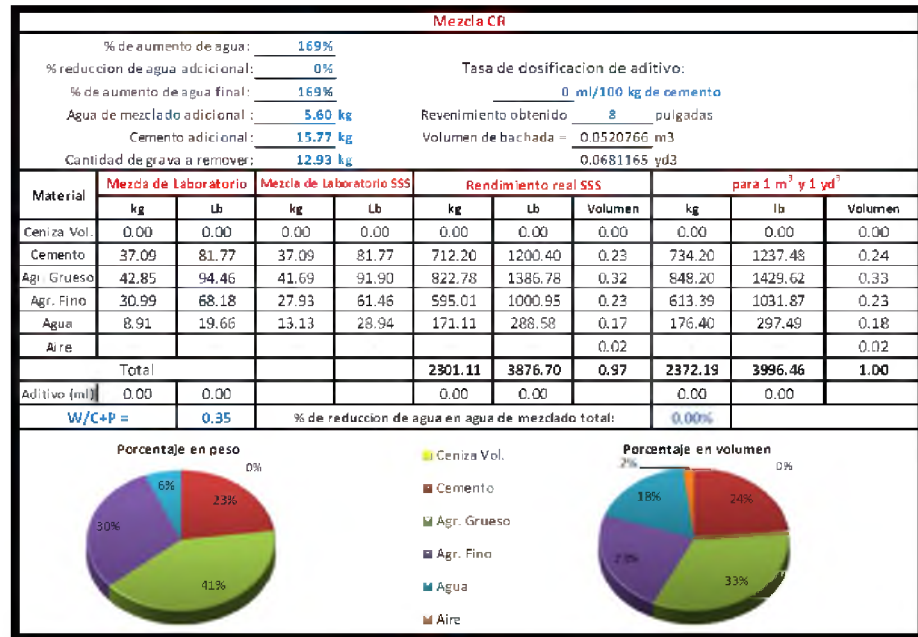


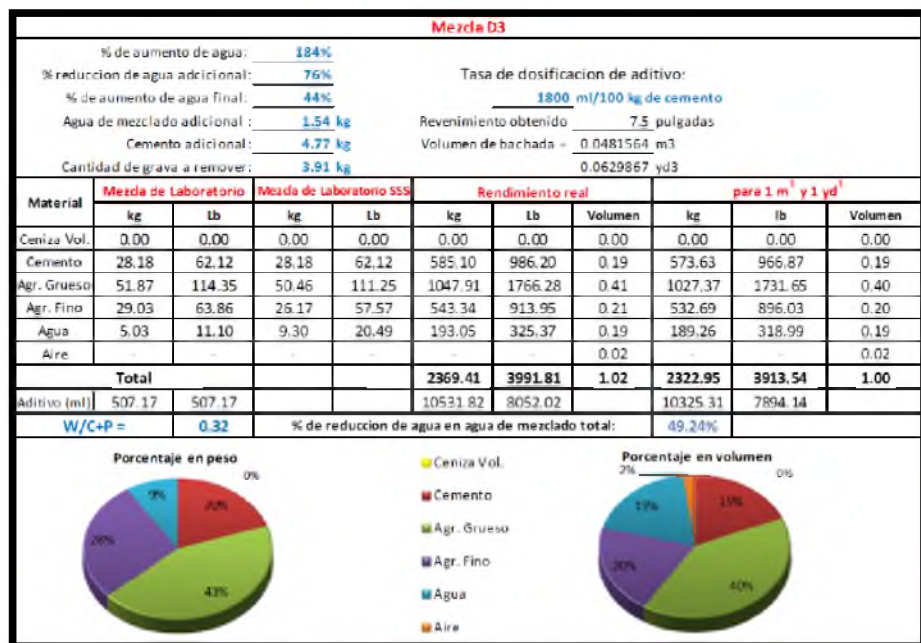
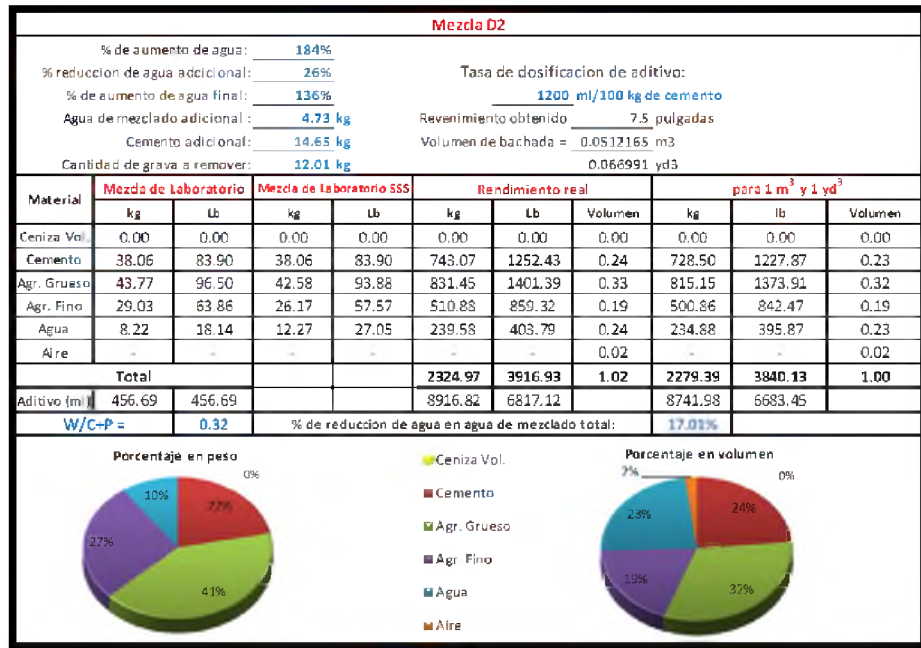


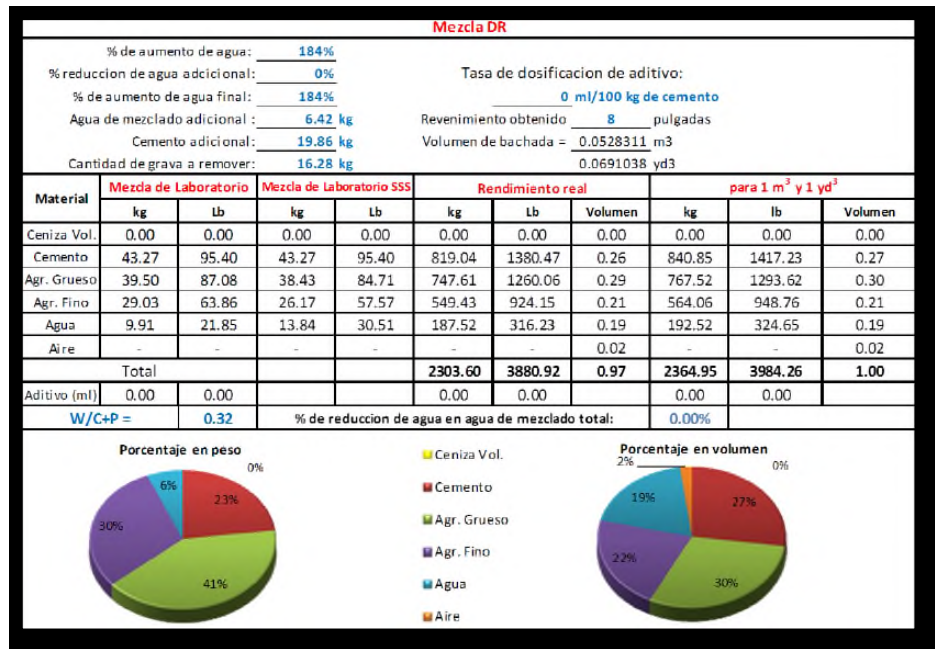












Resultados de ensayos de consistencia del concreto

Resultados de Revenimiento				
Mezcla	Resistencia en estudio	Resistencia de diseño	Tasa de dosificación (ml/100 kg de cemento)	Valor de revenimiento (pulgadas)
A1	500	590	600	7.0
A2	500	590	1200	7.5
A3	500	590	1800	7.0
B1	550	652	600	8.0
B2	550	652	1200	8.0
B3	550	652	1800	8.0
C1	600	713	600	7.0
C2	600	713	1200	8.0
C3	600	713	1800	8.0
D1	650	775	600	7.5
D2	650	775	1200	8.0
D3	650	775	1800	8.0

Resultados promedio de ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días

Mezcla	Tasa de dosificación (ml/100 kg de cemento)	Resistencia en estudio (kg/cm ²)	Relación agua / cementantes	Resistencia alcanzada a 7 días (kg/cm ²)		Resistencia alcanzada a 28 días (kg/cm ²)		
				kg/cm ²	%alcanzado de resistencia en estudio	kg/cm ²	%alcanzado de resistencia en estudio	kg/cm ²
A1	600	500.00	0.45	431.34	86	545.47	109	31.6
A2	1200	500.00	0.45	463.00	93	588.05	118	18.0
A3	1800	500.00	0.45	461.57	92	595.45	119	19.7
B1	600	550.00	0.4	467.78	85	552.14	100	19.1
B2	1200	550.00	0.4	489.44	89	643.94	117	22.6
B3	1800	550.00	0.4	545.39	99	670.74	122	33.0
C1	600	600.00	0.35	579.18	97	714.60	119	18.8
C2	1200	600.00	0.35	624.74	104	695.46	116	11.2
C3	1800	600.00	0.35	559.56	93	641.99	107	35.8
D1	600	650.00	0.32	585.53	90	744.23	114	32.6
D2	1200	650.00	0.32	586.28	90	703.86	108	35.7
D3	1800	650.00	0.32	600.54	92	671.27	103	9.0

Resultados promedio de ensayos de módulo de elasticidad

Mezcla	Tasa de dosificación (ml/100 kg de cemento)	Resistencia en estudio (kg/cm ²)	Resistencia alcanzada a 28 días (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad teórico Norma salvadoreña (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad teórico Norma mexicana (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad real (kg/cm ²)	Coefficiente numérico de elasticidad ($K=E/(f_c)^{1/2}$)
A1	600	500.00	545.47	351.666	326.974	536.874	22.987
A2	1200	500.00	588.05	369.845	339.497	560.086	23.097
A3	1800	500.00	595.45	375.336	341.627	562.243	23.041
B1	600	550.00	552.14	357.894	328.969	542.893	23.104
B2	1200	550.00	643.94	387.801	355.263	577.698	22.766
B3	1800	550.00	670.74	403.336	362.581	597.668	23.077
C1	600	600.00	714.6	406.697	374.247	643.70	24.08
C2	1200	600.00	695.46	404.639	369.202	612.252	23.216
C3	1800	600.00	641.99	394.595	354.724	588.938	23.244
D1	600	650.00	744.23	415.976	381.929	670.078	24.562
D2	1200	650.00	703.86	408.165	371.424	627.277	23.644
D3	1800	650.00	671.27	407.509	362.723	592.214	22.858

1.1.2) ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

En la tesis “Elaboración del diseño del concreto elaborado con cemento Portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016” (Fernández, 2016); evalúa el diseño del concreto con cemento Portland tipo I en 2 grupos. El primer grupo es el concreto patrón (sin aditivo) y el segundo grupo es el concreto adicionándole el aditivo Sikament-290N. Al usar el aditivo en su máxima dosificación presenta mejoras en el slump en un 114.29% y la resistencia a la compresión en un 44.38% con respecto al concreto patrón. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de la facultad de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo. Los resultados son los siguientes:

Resultados de ensayo de consistencia concreto con cemento portland tipo I y aditivo Sikament-290N en distintas dosificaciones

Tipo de concreto	Slump	N° de mediciones
Concreto patrón	3 1/2"	3
Aditivo como plastificante		
0.4% aditivo	4	3
0.6% aditivo	5 1/4"	3
Aditivo como superplastificante		
1.0% aditivo	6 3/4"	3
1.4% aditivo	7 1/2"	3

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión con cemento portland tipo I y aditivo Sikament-290N en distintas dosificaciones manteniendo constante el contenido de agua, a los tres días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS TRES DÍAS	
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Patrón	192
RANGO PLASTIFICANTE	
0.4% aditivo	171
0.6% aditivo	180
RANGO SUPERPLASTIFICANTE	
1.0% aditivo	204
1.4% aditivo	224

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión con cemento portland tipo I y aditivo Sikament-290N en distintas dosificaciones manteniendo constante el contenido de agua, a los 7 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS SIETE DÍAS	
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Patrón	263
RANGO PLASTIFICANTE	
0.4% aditivo	253
0.6% aditivo	260
RANGO SUPERPLASTIFICANTE	
1.0% aditivo	306
1.4% aditivo	331

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión con cemento portland tipo I y aditivo Sikament-290N en distintas dosificaciones manteniendo constante el contenido de agua, a los 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS CATORCE DÍAS	
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Patrón	302
RANGO PLASTIFICANTE	
0.4% aditivo	282
0.6% aditivo	300
RANGO SUPERPLASTIFICANTE	
1.0% aditivo	331
1.4% aditivo	347

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión con cemento portland tipo I y aditivo Sikament-290N en distintas dosificaciones manteniendo constante el contenido de agua, a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS VEINTIOCHO DÍAS	
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA (kg/cm ²)
Patrón	320
RANGO PLASTIFICANTE	
0.4% aditivo	333
0.6% aditivo	344
RANGO SUPERPLASTIFICANTE	
1.0% aditivo	354
1.4% aditivo	371

1.1.3) ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

En la tesis realizada en Ica “Análisis comparativo de la trabajabilidad y resistencia a la compresión de concreto incorporando aditivo Rheobuild 1000 y Pozzolih 126 N” (Uculmana, 2010); hace una investigación en la provincia de Ica. En esta tesis él compara la reacción que tienen los aditivos superplastificantes Rheobulid 1000 y Pozzoliyh 126 N en dosificación máxima y mínima en el concreto en la ciudad de Ica. La institución donde se realizaron todos los ensayos fue en el laboratorio de la facultad de ingeniería civil de la universidad nacional San Luis Gonzaga de Ica.

Tenemos los siguientes resultados:

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto patrón (cemento Quisqueya portland tipo I)

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (lt/m ³)
	cm	plg			
7	7.6	3"	214	366	3.420
14	8.9	3 1/2"	214	366	3.420
28	9.5	3 3/4"	214	366	3.420

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo superplastificante Rheobuild 1000 empleando dosificación mínima

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (lt/m ³)
	cm	plg			
7	20.3	8"	212.17	366	1.83
14	20.3	8"	212.17	366	1.83
28	21.6	8 1/2"	212.17	366	1.83

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo superplastificante Rheobuild 1000 empleando dosificación máxima

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (lt/m ³)
	cm	plg			
7	20.3	8"	211.44	366	2.56
14	22.3	8 3/4"	211.44	366	2.56
28	22.8	9"	211.44	366	2.56

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo plastificante Pozzolith 126N empleando dosificación mínima

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (lt/m ³)
	cm	plg			
7	16.5	6 1/2"	212.17	366	1.83
14	17.2	6 3/4"	212.17	366	1.83
28	13.3	5 1/4"	212.17	366	1.83

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo plastificante Pozzolith 126N empleando dosificación máxima

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (lt/m ³)
	cm	plg			
7	16.5	6 1/2"	211.44	366	2.56
14	18.4	7 1/4"	211.44	366	2.56
28	15.2	6"	211.44	366	2.56

Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento Quisqueya portland tipo I

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO F'C=210 KG/CM2 CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO QUISQUEYA PORTLAND TIPO I				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
14-01-10	21-01-10	7	202.78	Concreto patrón
14-01-10	21-01-10	7	220.75	Concreto patrón
14-01-10	21-01-10	7	225.88	Concreto patrón
15-01-10	29-01-10	14	251.55	Concreto patrón
15-01-10	29-01-10	14	272.08	Concreto patrón
15-01-10	29-01-10	14	246.42	Concreto patrón
19-02-10	19-03-10	28	320.85	Concreto patrón
19-02-10	19-03-10	28	354.22	Concreto patrón
19-02-10	19-03-10	28	333.69	Concreto patrón

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo superplastificante Rheobuild 1000 dosificación mínima

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C=210KG/CM2 CONCRETO (CEMENTO QUISQUEYA PORTLAND TIPO I) CON ADITIVO RHEOBUILD 1000 DOSIS MÍNIMA				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
23-02-10	02-03-10	7	305.45	CONCRETO CON ADITIVO RHEOBUILD 1000 (5 cm ³ /kg de cemento)
23-02-10	02-03-10	7	290.05	
23-02-10	02-03-10	7	320.85	
23-02-10	09-03-10	14	313.15	
23-02-10	09-03-10	14	328.55	
23-02-10	09-03-10	14	318.29	
24-02-10	24-03-10	28	390.16	
24-02-10	24-03-10	28	369.62	

24-02-10	24-03-10	28	374.76	
----------	----------	----	--------	--

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo superplastificante Rheobuild 1000 dosificación máxima

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C=210KG/CM2 CONCRETO (CEMENTO QUISQUEYA PORTLAND TIPO I) CON ADITIVO RHEOBUILD 1000 DOSIS MÁXIMA				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
17-03-10	24-03-10	7	279.78	CONCRETO CON ADITIVO RHEOBUILD 1000 (7 cm ³ /kg de cemento)
17-03-10	24-03-10	7	282.35	
17-03-10	24-03-10	7	287.48	
23-03-10	06-04-10	14	302.89	
23-03-10	06-04-10	14	297.75	
23-03-10	06-04-10	14	308.02	
23-03-10	20-04-10	28	356.79	
23-03-10	20-04-10	28	349.09	
23-03-10	20-04-10	28	361.92	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo plastificante Pozzolith 126N dosificación mínima

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C=210KG/CM2 CONCRETO (CEMENTO QUISQUEYA PORTLAND TIPO I) CON ADITIVO POZZOLITH 126N DOSIS MÍNIMA				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
02-02-10	09-02-10	7	274.65	CONCRETO CON ADITIVO POZZOLITH 126N (5 cm ³ /kg de cemento)
02-02-10	09-02-10	7	279.78	
02-02-10	09-02-10	7	295.18	
03-02-10	17-02-10	14	308.02	
03-02-10	17-02-10	14	305.45	
03-02-10	17-02-10	14	320.85	
05-02-10	05-03-10	28	385.02	

05-02-10	05-03-10	28	382.46	
05-02-10	05-03-10	28	364.49	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto (cemento Quisqueya portland tipo I) con aditivo plastificante Pozzolith 126N dosificación máxima

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'C=210KG/CM2 CONCRETO (CEMENTO QUISQUEYA PORTLAND TIPO I) CON ADITIVO POZZOLITH 126N DOSIS MÁXIMA				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
10-02-10	17-02-10	7	328.55	CONCRETO CON ADITIVO POZZOLITH 126N (7 cm ³ /kg de cemento)
10-02-10	17-02-10	7	320.85	
10-02-10	17-02-10	7	282.35	
11-02-10	25-02-10	14	333.69	
11-02-10	25-02-10	14	346.52	
11-02-10	25-02-10	14	338.82	
16-02-10	16-03-10	28	372.19	
16-02-10	16-03-10	28	379.89	
16-02-10	16-03-10	28	390.16	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

1.2) BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

El concreto es una combinación de agregados, agua, cemento y aditivos si el diseño lo considera. Tiene la apariencia de una roca artificial. El concreto es importante debido a la amplia utilidad que se le puede dar, en lugares de congelación, en lugares de altas temperaturas, para pavimentos, etc.

El concreto posee las siguientes características:

- **Durabilidad**

La durabilidad del concreto es la propiedad que este tiene para resistir la acción del intemperismo, la abrasión, el ataque químico y cualquier proceso o condición de servicio de las estructuras, que puedan deteriorar el concreto.

En conclusión, la durabilidad no es un concepto absoluto que dependa sólo del diseño de mezcla, sino que también influye el ambiente y las condiciones de trabajo a las cuales esté sometido el concreto.

Entonces visto de esta manera no existe un concreto que sea durable por sí mismo, ya que las características físicas y químicas del concreto elaborado pudiera ser adecuado para ciertas circunstancias, no necesariamente lo habilitan para seguir siendo durable bajo diferentes condiciones.

Anteriormente se asociaba la durabilidad a las características resistentes del concreto, en particular a su resistencia a la compresión, pero las experiencias prácticas y el avance de la investigación en este campo han demostrado que la resistencia a la compresión es solo una de las características involucradas, pero no el único para obtener un concreto durable (Fuente: American Concrete Institute).

Por lo cual, el problema de la durabilidad aumenta o disminuye en la manera en que la edificación esté expuesto al ambiente y la condición de servicio, los cuales ameritan una especificación particular para el diseño de mezcla, los materiales, los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo. Por ello cuando se diseña la durabilidad de un concreto no se puede generalizar porque hay muchos factores que la afectan.

Mather indica lo siguiente: *“Está demostrado científicamente que las estructuras de concreto se comportan inadecuadamente debido a que las especificaciones técnicas fueron deficientes o que éstas fueron correctas, pero no se siguieron en la obra” (Mather, 1975).*

Los factores que influyen en la durabilidad del concreto son 5:

- El Congelamiento y descongelamiento
- La abrasión
- El ambiente químicamente agresivo
- La corrosión de metales en el concreto
- La reacción química en los agregados
- **Trabajabilidad**

La trabajabilidad es la facilidad con la que se puede hacer la colocación, consolidación y acabado del concreto fresco sin que se produzca segregación o exudación durante estas operaciones.

No existe ensayo o prueba para cuantificar esta propiedad, pero se le puede apreciar en los ensayos de consistencia (cono de Abrams).

FACTORES QUE AFECTAN LA TRABAJABILIDAD

Los factores son los siguientes:

- Características y cantidad de los materiales cementantes.
- Método y duración del transporte.
- Consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrams).
- Forma, textura superficial y tamaño del agregado grueso y agregado fino.
- Aire incorporado
- Cantidad de agua
- Temperatura del ambiente y del concreto.
- Aditivos
-

• Consistencia

La consistencia del concreto fresco es el grado que tiene el concreto fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los espacios vacíos que puede dejar al hacer el vaciado dentro del encofrado o molde.

La consistencia del concreto está definida por la calidad de los agregados y el grado de humedecimiento que tiene la mezcla (Fuente: Norma ASTM C 143).

IMPORTANCIA DE LA GRANULOMETRÍA EN LA CONSISTENCIA

La granulometría es importante en la consistencia del concreto porque depende de la calidad y elección de los agregados para que el concreto posea buenas propiedades. La diferencia de densidades de los agregados perjudica al concreto.

IMPORTANCIA DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO EN LA CONSISTENCIA

La granulometría del agregado fino es importante para obtener una mezcla más compacta.

Si se encuentra materia orgánica en el agregado fino puede interrumpir parcial o totalmente el proceso de fraguado del concreto.

El agregado fino se usa también como lubricante sobre los que rueda el agregado grueso proporcionándole trabajabilidad al concreto.

IMPORTANCIA DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO EN LA CONSISTENCIA

La granulometría del agregado grueso es importante para evitar problemas de segregación.

También es importante la granulometría porque el agregado grueso con forma angulosa produce mezclas con menor trabajabilidad.

- **Contracción y Expansión**

La contracción es la disminución de volumen que sufre el concreto mientras se endurece y se seca. Se debe principalmente a la pérdida de agua de mezclado por evaporación. La contracción es el acortamiento del concreto que tiene lugar durante el fraguado.

Cuando el concreto es expuesto al ambiente de trabajo este tiende a alcanzar un equilibrio con ese ambiente. Si el ambiente es de clima seco, la superficie expuesta del concreto pierde agua por el fenómeno de evaporación. La velocidad con que se evapora el agua del concreto depende de la humedad relativa, la relación agua cemento, la temperatura y el área de la superficie expuesta del concreto.

La contracción por secado representa una porción del total de la deformación que se presenta en un elemento de concreto. La figura 4.1 nos muestra los componentes de la deformación, no incluye el movimiento térmico. La deformación producida por contracción depende del tiempo y no es producida por alguna carga.

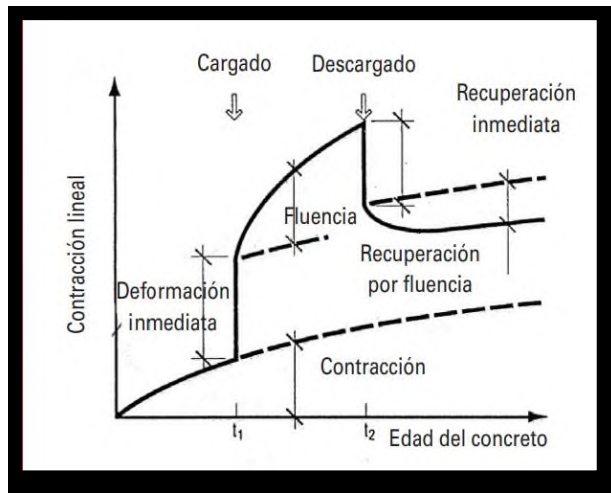


Figura 1.1. Componentes de la deformación

Si nuestro ambiente es húmedo entonces el flujo de humedad será del medio ambiente al concreto, al haber presencia de agua en el concreto esto se traducirá en un incremento de volumen (expansión). En la figura 4.2. se muestra los cambios en el volumen del concreto debido a ciclos alternos de curado y fraguado. La mayor contracción que sufre el concreto se produce en el primer secado. Una gran parte de esta contracción ya no se puede revertir, en otras palabras, no se puede recuperar aun después de volver a curar el concreto.

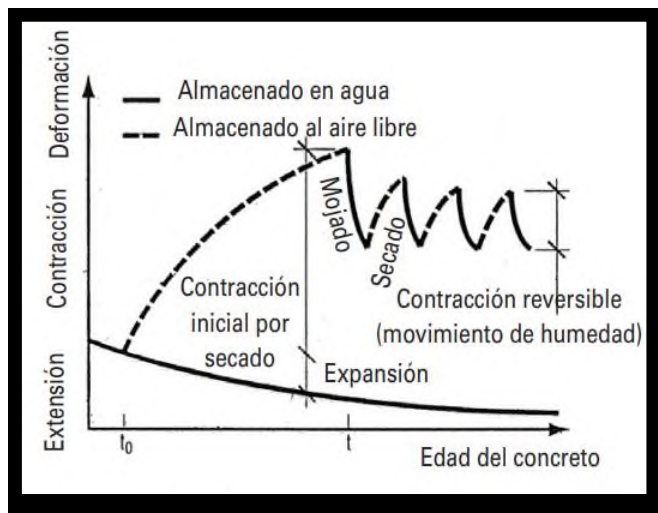


Figura 1.2. Concreto inicialmente seco y luego sujeto a ciclos de secado y curado.

La inestabilidad por expansión se produce por reacciones químicas que ocurren en la pasta de cemento durante la hidratación, por lo cual, a partir de

elementos anhidros se forman hidratos cuyo volumen final es mayor que la suma de los volúmenes de los elementos y del agua involucrada en la reacción, y siempre que los productos hidratados no tengan espacio libre para cristalizar sin producir dilataciones o tensiones.

También cabe decir que no siempre que se forma un producto hidratado de volumen mayor que los de sus componentes anhidros ocurre expansión, es decir, se manifiestan al exterior los efectos de ella. Así, si la expansión se produce de manera temprana, durante el periodo plástico de la masa que fragua, y esta no se encuentra absolutamente constreñida y confinada, la expansión puede no causar tensiones y en tal caso si no hay tensiones no hay consecuencias.

Cuando el concreto ya ha fraguado y endurecido entonces empieza otro tipo de contracción, desde el interior de la masa.

La expansión del concreto puede producir tensiones que puede desenlazar en rupturas. Las reacciones topoquímicas, es decir, las que tienen lugar in situ por la acción entre sólido con sólido, o entre sólidos y líquidos, pero sin que los productos de la reacción se formen en el núcleo del elemento y por un proceso líquido (en el caso de la hidratación del cemento una disolución acuosa) son normalmente expansivas. A este tipo de reacciones (hidratación) pertenece la expansión producida en el concreto fraguado, por ataque de sulfatos o por interacción de algunos áridos que reaccionan con los álcalis del cemento.

- **Elasticidad**

El módulo de elasticidad de un material es la relación que tiene el esfuerzo al que está sometido el material y su deformación unitaria. El módulo de elasticidad indica la rigidez de un material ante una carga que se le impone.

Cuando la relación entre la deformación unitaria y el esfuerzo al que está sometido el material es constante, lineal y los esfuerzos que se aplican no alcanzan el límite de proporcionalidad, el material posee un comportamiento elástico que cumple con la ley de Hooke.

Hay distintas normas que hablan del ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto, pero en esta investigación usaremos la del ACI 318M-02.

Entonces la fórmula será la siguiente:

Para hallar el módulo de elasticidad del concreto con peso normal es:

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000 \sqrt{f'_c}$$

También debemos considerar las siguientes bases teóricas:

MÓDULO DE FINEZA Y TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

- **MÓDULO DE FINEZA**

El módulo de fineza es un indicador del mayor o menos grosor del conjunto de partículas de un agregado.

Normalmente solo se considera el módulo de fineza del agregado fino, pero para la aplicación de ciertos métodos de diseño de mezcla se usa el módulo de fineza del agregado grueso como lo es el método de combinación de agregados.

El módulo de fineza se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas de 1 ½", ¾", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100, esta suma se divide entre 100.

Los agregados que presentan un módulo de fineza bajo indican que son partículas más finas, por consiguiente a mayor módulo de fineza mayor es el grosor de las partículas.

Se recomienda que el agregado fineza se encuentre en los límites de módulo de fineza de 2.3 a 3.1.

A pesar de esta recomendación la norma contempla el uso del agregado fuera de estos límites, siempre y cuando el concreto logre las especificaciones técnicas de la obra.

El módulo de fineza sirve también como un medidor del valor lubricante que poseen los agregados, a mayor valor de módulo de fineza menor es el valor lubricante y demanda de agua por área superficial (Fuente: NTP 400.012).

a) Ahora hallaremos el módulo de fineza del agregado grueso:

$$M_g = \frac{\% \text{ ret acum. (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + N°4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100)}}{100}$$

Tabla 1.1. Cantidad de agregado grueso retenido acumulado en las mallas correspondientes

MALLAS O TAMICES	%RET. ACUMULADO
1 1/2"	0
1"	0
3/4"	0.62
1/2"	30.62
3/8"	55.87
N°4	97.49
N°8	100
N°16	100
N°30	100
N°50	100
N°100	100

Fuente: Elaboración propia

$$M_g = \frac{0.62 + 55.87 + 97.49 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100}{100}$$

$$M_g = 6.54$$

b) Ahora hallaremos el módulo de fineza del agregado fino:

$$M_f = \frac{\% \text{ ret acum. (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + N°4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100)}}{100}$$

Tabla 1.2. Cantidad de agregado fino retenido acumulado en las mallas correspondientes

MALLAS O TAMICES	%RET. ACUMULADO
3/8"	0
N°4	0.33
N°8	1.3
N°16	5.78
N°30	30.93
N°50	86.16
N°100	99.23

Fuente: Elaboración propia

$$M_f = \frac{0.33 + 1.3 + 5.78 + 30.93 + 86.16 + 99.23}{100}$$

$$M_f = 2.2373$$

TAMAÑO MÁXIMO Y TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

El tamaño máximo de los agregados está contemplado en la norma NTP 400.037. La norma dice que el tamaño máximo de los agregados está determinado por el primer tamiz que retiene agregado como mínimo en un 5%.

El tamaño máximo nominal (TMN) es el tamiz superior inmediato.

A continuación, unas consideraciones con respecto al tamaño máximo nominal.

- a) No deberá ser mayor que un tercio del peralte de las losas)
- b) Deberá ser menor que un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrado.
- c) No deberá ser mayor que tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, ductos de presfuerzo o paquetes de barras.

PESO UNITARIO

El peso unitario es el peso del material seco necesario para llenar cierto recipiente de volumen unitario, existe el peso unitario suelto y compactado (Fuente: NTP 440.017 y ASTM C 29).

El peso unitario nos da una medida de la cantidad de vacíos en un volumen unitario de agregado, estos vacíos dependen de factores como el tamaño, forma, textura de superficie, compactación y granulometría.

Los materiales y equipos a utilizar son:

- Balanza de capacidad pesada.
- Varilla de 60 cm con punta semiesférica con diámetro de 5/8".
- Recipiente cilíndrico

PESO UNITARIO SUELTO

$$PUS = \frac{\text{Peso del agregado (suelto)}}{\text{Vol. Recipiente}}$$

- **Peso unitario suelto del agregado grueso**

Hallaremos el promedio de la suma de los tres pesos (suelos) del agregado grueso, sin compactar, que hemos tomado y luego lo dividiremos entre el volumen del cilindro.

Tabla 1.3. Peso unitario suelto del agregado grueso

AGREGADOS	GRUESO		
Peso Recipiente (A)	5.31 Kg		
Peso Recipiente + Ag (B)	25.450 kg	25.600 kg	25.600 kg
Vol. Cilindro (C)	0.0145 m ³		
Peso del agregado	20.140 kg	20.290 kg	20.290 kg

Peso del agregado prom (kg)	20.240 kg
Peso Unitario suelto (Kg/m3)	1395.86 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$PUS = \frac{20.240 \text{ kg}}{0.0145 \text{ m}^3} = 1395.86 \text{ kg/m}^3$$

- **Peso unitario suelto del agregado fino**

Hallaremos el promedio de la suma de los tres pesos (suelos) del agregado fino, sin compactar, que hemos tomado y luego lo dividiremos entre el volumen del cilindro.

Tabla 1.4. Peso unitario suelto del agregado fino

AGREGADOS	FINO		
Peso Recipiente (A)	4.40 Kg		
Peso Recipiente + Ag (B)	19.200 kg	19.100 kg	19.150 kg
Vol. Cilindro (C)	0.0096 m ³		
Peso del agregado	14.800 kg	14.700 kg	14.750 kg
Peso del agregado prom (kg)	14.750 kg		
Peso Unitario suelto (Kg/m3)	1536.46 Kg /m ³		

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$PUS = \frac{14.750 \text{ kg}}{0.0096 \text{ m}^3} = 1536.46 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO COMPACTADO

$$PUC = \frac{\text{Peso del agregado (compactado)}}{\text{Vol. Recipiente}}$$

- **Peso unitario compactado del agregado grueso**

Hallaremos el promedio de la suma de los tres pesos del agregado grueso compactados con la varilla en tres capas que hemos tomado y luego lo dividiremos entre el volumen del cilindro.

Tabla 1.5. Peso unitario compactado del agregado grueso

AGREGADOS	GRUESO		
Peso Recipiente (A)	5.31 Kg		
Peso Recipiente + Ag (B)	27.700 kg	27.600 kg	27.900 kg
Vol. Cilindro (C)	0.0145 m ³		
Peso del agregado	22.390 kg	22.290 kg	22.590 kg
Peso del agregado prom (kg)	22.423		
Peso Unitario suelto (Kg/m³)	1546.44 Kg /m ³		

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$PUC = \frac{22.423 \text{ kg}}{0.0145 \text{ m}^3} = 1546.44 \text{ kg/m}^3$$

- **Peso unitario compactado del agregado fino**

Hallaremos el promedio de la suma de los tres pesos del agregado fino compactados en tres capas con la varilla que hemos tomado y luego lo dividiremos entre el volumen del cilindro.

Tabla 1.6. Peso unitario compactado del agregado fino

AGREGADOS	FINO		
Peso del recipiente (A)	5.31 Kg		
Peso del recipiente +Ag. (B)	20.100 kg	20.150 kg	20.100 kg
Vol. Cilindro (C)	0.0096 m ³		
Peso del agregado	14.790 kg	14.840 kg	14.790 kg
Peso del agregado promedio (D)	14.807 kg		
Peso Unitario suelto (D/C)	1542.36 kg/m ³		

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$PUC = \frac{14.807 \text{ kg}}{0.0096 \text{ m}^3} = 1542.36 \text{ kg/m}^3$$

PESO ESPECÍFICO

El peso específico es la relación que existe entre el peso del volumen sólido de un material y el peso de igual volumen de agua a la misma temperatura (Fuente: NTP 400.022 y ASTM C 128).

El peso específico de los agregados se representa en una unidad de carga entre una unidad de volumen.

El peso específico del agregado grueso y el agregado fino es un indicador de calidad, a mayor valor del peso específico mejor comportamiento del agregado, a menor valor generalmente corresponde a un agregado absorbente y débil.

Los materiales y equipos a utilizar son los siguientes:

- Balanza electrónica
- Estufa
- Picnómetro
- Taras
- Gotero
- Horno
- Canastilla de alambre
- Balde

Ahora hallaremos los pesos específicos de los agregados correspondientes:

- **Peso específico del agregado grueso**

Para hallar el peso específico del agregado grueso primero dejaremos remojando en agua una muestra representativa por 24 horas, luego la secamos con un paño grande absorbente para que no haya ninguna película de agua en la muestra, luego se pesa al aire, luego pesamos una cantidad necesaria de agregado grueso para sumergirla en la canastilla después de haber pesado el agregado grueso en la canastilla sumergida en agua, procederemos a colocar el agregado grueso en taras que se colocarán en el horno por 24 horas.

Este procedimiento se realizará con tres muestras.

Tabla 1.7. Peso específico del agregado grueso

NOMBRE DE TARA	Muestra 1 (G)	Muestra 2 (A-U)	Muestra 3 (TP-02)
Peso al Aire	504.7 gr	505.3 gr	506.0 gr
Peso sumergido al agua	316.9 gr	316.5 gr	317.2 gr
Peso seco del Horno	497.2 gr	497.4 gr	498.6 gr
Peso específico	2.647	2.635	2.641
Peso específico promedio	2.641		

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO:

$$Pe = \frac{\text{Peso seco al horno}}{(\text{Peso al aire}) - (\text{Peso sumergido en agua})}$$

$$P. E (\text{grueso})\text{muestra 1} = \frac{497.2 \text{ gr}}{504.7 \text{ gr} - 316.9 \text{ gr}} = 2.647$$

$$P. E (\text{grueso})\text{muestra 2} = \frac{497.4 \text{ gr}}{505.3 \text{ gr} - 316.5 \text{ gr}} = 2.635$$

$$P. E (\text{grueso})\text{muestra 3} = \frac{498.6 \text{ gr}}{506.0 \text{ gr} - 317.2 \text{ gr}} = 2.641$$

$$\text{Peso específico promedio del agregado grueso} = 2.641$$

- **Peso específico del agregado fino**

Para hallar el peso específico del agregado fino se agarran dos picnómetros los cuales se llenan de agua hasta la línea de aforo marcada en el picnómetro, luego le agregamos muestras representativas de cien gramos de agregado fino y las pesaremos de nuevo, entonces procedemos a colocarlos en la estufa de 5 a 10 minutos, luego se procede a enfriarlos y los pesamos.

Tabla 1.8. Peso específico del agregado fino

Nº Picnómetro	Muestra 1 (B)	Muestra 2 (PG)
Peso de Picnómetro (P)	157.2 gr	171.5 gr
Peso A. Fino Seco	100 gr	100 gr
Peso= P + Agua	654.5 gr	668.4 gr
Peso= P + Agua + A. Fino	717.7 gr	730.7 gr
Peso Específico	2.717	2.653
Peso Específico promedio	2.685	

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO:

$$Pe = \frac{\text{Peso Ag. fino seco}}{(\text{P. picn. + Agua}) + (\text{P. Ag. fino seco}) - (\text{P. picn. + Agua + Ag. fino})}$$

Dónde:

$$P. E \text{ (fino)muestra 1} = \frac{100}{100 + 654.5 - 717.7} = 2.7174$$

$$P. E \text{ (fino)muestra 2} = \frac{100}{100 + 668.4 - 730.7} = 2.653$$

Peso específico promedio del agregado fino = 2.685

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Está definido por las normas NTP 400.021 y NTP 400.022.

Es la capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, cuando son sumergidos durante 24 horas. La capacidad de absorción del agregado es la diferencia de pesos entre el agregado en condición saturada y el agregado en condición seca expresada en porcentaje. Esta información nos sirve para determinar el agua efectiva en la mezcla.

Cuando se haya el porcentaje de absorción se debe considerar la procedencia de los agregados.

Se usan los siguientes equipos y materiales:

- Balanza electrónica
- Horno
- Bandejas
- **Porcentaje de absorción del agregado grueso**

Para realizar este ensayo se deja una muestra representativa de agregado grueso sumergida en agua durante 24 horas, después de estas 24 horas se retira el agua y se seca (con un paño), lo pesamos al aire libre y así obtenemos el peso del agregado grueso saturado superficialmente seco. Luego llevamos las muestras al horno por 24 horas y después procedemos a pesar de nuevo el agregado, pero ya seco al horno.

Tabla 1.9. Porcentaje de absorción del agregado grueso

N° Tara	Muestra 1 (G)	Muestra 2 (A-U)	Muestra 3 (TP-02)
Peso de tara (A)	91.8 gr	94.0 gr	109.7 gr
Peso al aire del Ag.grueso SSS (B)	482.5 gr	484.4 gr	485.8 gr
Peso del Ag.grueso SSS al horno (C)	476.9 gr	478.9 gr	480.7 gr
%Absorción (D)	1.174	1.148	1.061
%Absorción prom.	1.128		

Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO:

$$\% \text{ Abs} = \frac{\text{Peso Ag. SSS} - \text{Peso Ag. SSS al horno}}{\text{Peso Ag. SSS al horno}} \times 100$$

Donde:

$$\% \text{ Abs(muestra 1)} = \frac{482.5 - 476.9}{476.9} \times 100 = 1.174$$

$$\% \text{ Abs(muestra 2)} = \frac{484.4 - 478.9}{478.9} \times 100 = 1.148$$

$$\% \text{ Abs(muestra 2)} = \frac{485.8 - 480.7}{480.7} \times 100 = 1.061$$

Porcentaje de absorción promedio del agregado grueso = 1.128

- **Porcentaje de absorción del agregado fino**

Tomamos una muestra representativa y lo dejamos sumergido en agua durante 24 horas, luego lo retiramos y lo secamos al aire distribuyéndolo uniformemente y esparciéndolo para garantizar un buen secado, nos daremos cuenta que el agregado fino es apto para continuar con el ensayo después de haberlo probado con el molde troncónico (se llena dándole 25 golpes con la varilla y después se enraza, se procederá con este ensayo hasta que el agregado fino se desmorone).

Tomaremos después tres muestras de este agregado fino saturado superficialmente seco y lo colocaremos en el horno en tres taras por 24 horas, después de las 24 horas se retirarán del horno, se dejarán enfriar por un corto tiempo y luego volveremos a pesar obteniendo así el dato del peso del agregado fino seco al horno.

Tabla 1.10. Porcentaje de absorción del agregado fino

Nombre de Tara	Muestra 1 (GREG 1)	Muestra 2 (GREG 4)	Muestra 3 (GREG 5)
Peso de tara (A)	54.9 gr	55.4 gr	54.6 gr
Peso al aire del Ag.fino SSS + tara (B)	511.7 gr	507.9 gr	503.1 gr
Peso del Ag.fino SSS al horno + tara (C)	505.8 gr	500.9 gr	496.5 gr
%Absorción (D)	1.153	1.378	1.312
%Absorción prom.	1.282		

Fuente: Elaboración propia

Cálculo:

$$\% \text{ Abs} = \frac{\text{Peso Ag. SSS al aire + tara} - \text{Peso Ag. SSS al horno + tara}}{\text{Peso Ag. SSS al aire + tara}} \times 100$$

Dónde:

$$\% \text{ Abs(muestra 1)} = \left(\frac{511.7 - 505.8}{511.7} \right) \times 100 = 1.153$$

$$\% \text{ Abs(muestra 2)} = \left(\frac{507.9 - 500.9}{507.9} \right) \times 100 = 1.318$$

$$\% \text{ Abs(muestra 3)} = \left(\frac{503.1 - 496.5}{503.1} \right) \times 100 = 1.312$$

Porcentaje de absorción promedio del agregado fino = 1.282

CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad es la cantidad de agua que posee un agregado en un determinado tiempo. Cuando esta cantidad de agua se expresa como porcentaje

de la muestra seca (en el horno), se le llama porcentaje de humedad, este puede ser mayor o menor que el porcentaje de absorción (Fuente: NTP 339.185).

El contenido de humedad de los agregados depende de la procedencia de estos.

Este valor es importante ya que influye en la cantidad de agua efectiva para la mezcla.

Los equipos y materiales a utilizar son:

- Balanza electrónica
- Bandejas
- Horno
- **Contenido de humedad del agregado grueso**

Se determina una muestra representativa la cual se pesa y se divide en 3, luego se pesa cada una (peso húmedo del agregado grueso) y se colocan en taras y se vuelve a pesar, luego se colocan en el horno durante 24 horas, después se retiran del horno, después se dejan enfriando un rato y luego se pesan, obteniendo así el peso seco del agregado grueso.

Tabla 1.11. Contenido de humedad del agregado grueso

CONT. HUMEDAD	AGREGADO GRUESO		
	N-2	N-3	N-7
Nº DE TARA			
Peso de tara (A)	89.2 gr	88.7 gr	82.8 gr
Peso de T. + Ag. húmedo (B)	606.1 gr	605.6 gr	561.6 gr
Peso de T. + Ag. Seco al horno (C)	601.9 gr	601.4 gr	557.8 gr
Peso del agua contenida (B-C)	4.2 gr	4.2 gr	3.8 gr
Peso de Ag. Seco al horno (C)-(A)	512.7 gr	512.7 gr	475.0 gr

Peso del Agregado Húmedo (B)-(A)	516.9 gr	516.9 gr	478.8 gr
CONTENIDO DE HUMEDAD (%W)	0.82%	0.82%	0.8%
PROMEDIO DE % W	0.81%		

Fuente: Elaboración propia

Cálculo:

$$\%W = \left(\frac{\text{Peso del agua contenida}}{\text{Peso de agregado seco al horno}} \right) \times 100$$

Donde:

$$\%W (\text{muestra N} - 2) = \left(\frac{4.2 \text{ gr}}{512.7 \text{ gr}} \right) \times 100 = 0.82\%$$

$$\%W (\text{muestra N} - 3) = \left(\frac{4.2 \text{ gr}}{512.7 \text{ gr}} \right) \times 100 = 0.82\%$$

$$\%W (\text{muestra N} - 7) = \left(\frac{3.8 \text{ gr}}{475.0 \text{ gr}} \right) \times 100 = 0.80\%$$

Contenido de humedad promedio del agregado grueso = 0.81%

- Contenido de humedad del agregado fino

Se determina una muestra representativa la cual se pesa y se divide en 3, luego se pesa cada una (peso húmedo del agregado fino) y se colocan en taras y se vuelve a pesar, luego se colocan en el horno durante 24 horas, después se retiran del horno, después se dejan enfriando un rato y luego se pesan, obteniendo así el peso seco del agregado fino.

Tabla 1.12. Contenido de humedad del agregado fino

CONT. HUMEDAD	AGREGADO FINO		
Nº DE TARA	N-1	P-04	Y
Peso de tara (A)	89.1 gr	97.2 gr	86.9 gr
Peso de T. + Ag. húmedo (B)	596.7 gr	616.1 gr	612.2 gr

Peso de T. + Ag. Seco al horno (C)	586.4 gr	606.2 gr	601.0 gr
Peso del agua contenida (B-C)	10.3 gr	9.9 gr	11.2 gr
Peso de Ag. Seco al horno (C)-(A)	497.3 gr	509.0 gr	514.1 gr
Peso del Agregado Húmedo (B)-(A)	507.6 gr	518.9 gr	525.3 gr
CONTENIDO DE HUMEDAD (%W)	2.07	2.31	2.18
PROMEDIO DE % W	2.11%		

Fuente: Elaboración propia

Cálculo:

$$\%W = \left(\frac{\text{Peso del agua contenida}}{\text{Peso de agregado seco al horno}} \right) \times 100$$

Donde:

$$\%W(\text{muestra N - 1}) = \left(\frac{10.3 \text{ gr}}{497.3 \text{ gr}} \right) \times 100 = 2.07\%$$

$$\%W(\text{muestra P - 04}) = \left(\frac{9.9 \text{ gr}}{509.0 \text{ gr}} \right) \times 100 = 2.31\%$$

$$\%W(\text{muestra Y}) = \left(\frac{11.2 \text{ gr}}{514.1 \text{ gr}} \right) \times 100 = 2.18\%$$

Contenido de humedad promedio del agregado fino = 2.11%

ETAPAS PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE PRUEBA

Normalmente para hallar la resistencia a la compresión del concreto, se elaboran muestras cilíndricas de concreto para poder ensayarlas. En esta ocasión para la presente tesis se usarán 2 probetas cilíndricas de concreto para los respectivos ensayos de resistencia a la compresión.

Estas muestras de prueba se realizan de acuerdo con la norma ASTM C 31, estos resultados se usan para:

- Ensayo de aceptación para una resistencia especificada.
- Verificar las proporciones de mezcla para una resistencia especificada.
- Ejercer control de calidad del productor de concreto.

Es muy importante que las muestras de prueba sean preparadas y curadas siguiendo los procedimientos personalizados. Cualquier desviación de dichos procedimientos resultará en una menor resistencia medida. Los resultados de resistencia bajos debidos a procedimientos que nos recuerdan con las normas causan una preocupación injustificada, costos y demoras al proyecto.

ALCANCES REFERENTES AL USO Y MEZCLADO DEL ADITIVO EN EL CONCRETO

El aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE de acuerdo con nuestra zona de estudio puede usarse para transportar y colocar concreto y mortero en condiciones medio ambientales rigurosas, como ocurre en la provincia de Ica, que está expuesta a temperaturas muy altas.

Este aditivo superplastificante puede usarse en el rango de 1 cm³ – 2 cm³ por kilogramo del material cementante.

Para un mejor uso del aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE se adjunta la ficha técnica la cual podemos encontrar en la sección de anexos.

PRUEBA DE CONSISTENCIA AL CONCRETO FRESCO MEDIANTE EL CONO DE ABRAMS

Está definido por la siguiente norma: NTP 339.035.

Equipo:

- Plancha metálica rígida y cono de Abrams.
- Cucharón (material, tamaño y forma adecuada).
- Regla metálica o wincha.
- Varilla compactadora (lisa y de punta semiesférica).

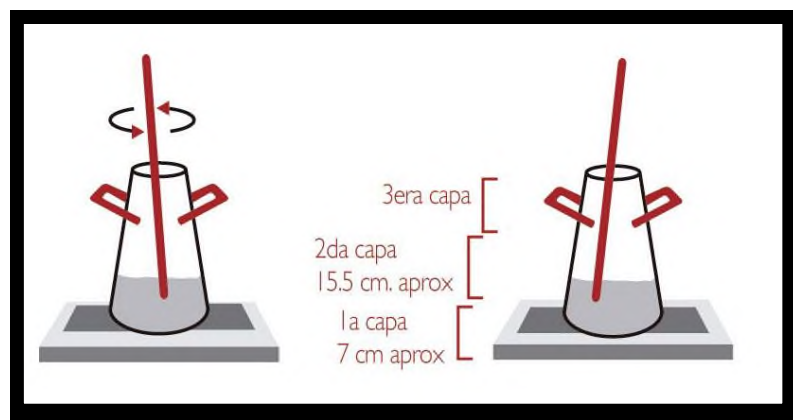
Procedimientos preliminares:

- Se mezclará la muestra de concreto hasta homogeneizarla.
- Humedecer los elementos que estarán en contacto con el concreto para que no absorban agua.
- Colocar el cono de Abrams sobre una superficie plana, rígida, no absorbente, húmeda, libre de cualquier perturbación.

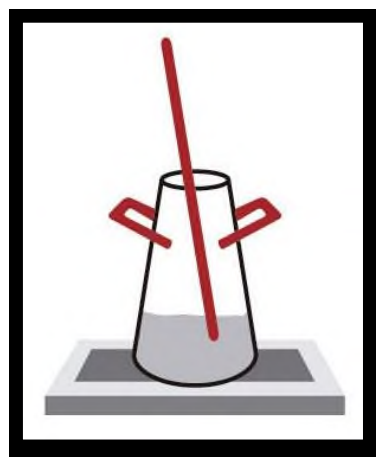
Ensayo:

1er paso: Fijar el molde en el lugar donde se le llenará de concreto, se pisarán las aletas de este molde para que no se produzca ningún desplazamiento.

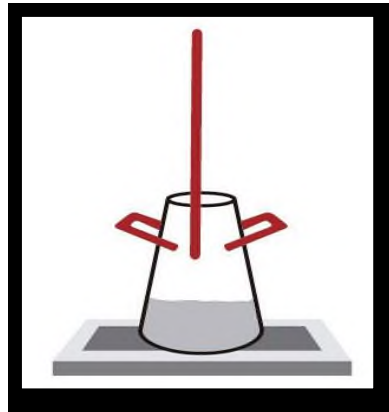
2do paso: Llenar el molde en tres capas de igual volumen y compactar cada una con 25 golpes de la varilla distribuidos de manera uniforme. Para la capa del fondo se deberá inclinar la varilla y compactar en forma de espiral hacia el centro.



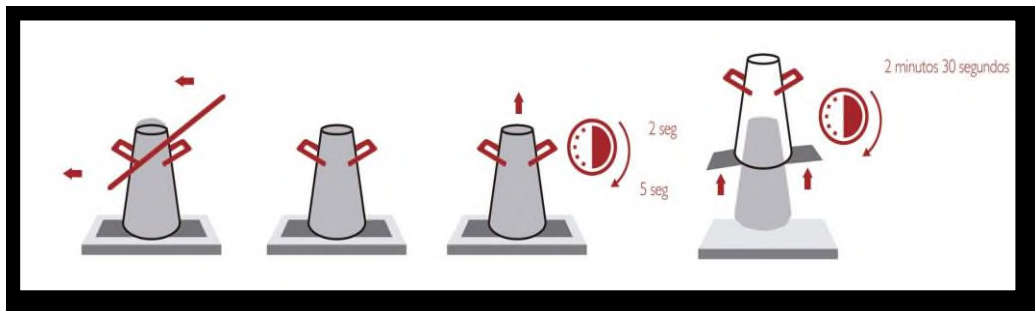
3er paso: Al compactar la segunda y tercera capa la varilla deberá penetrar ligeramente la capa inferior.



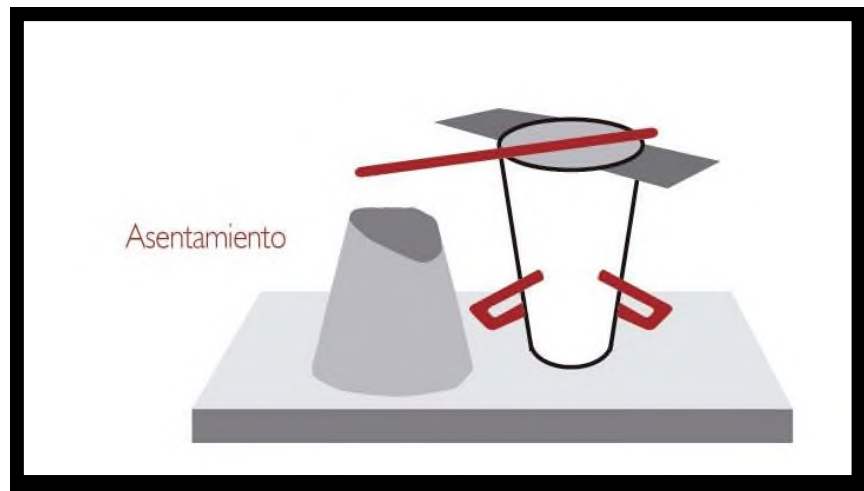
4to paso: Al compactar la tercera y última capa, el concreto deberá rebalsar ligeramente el molde.



5to paso: Enrasar la superficie del molde retirando el concreto sobrante del cono y plancha, luego levantar verticalmente el molde en 5 ± 2 segundos sin girarlo o desplazarlo lateralmente.



6to paso: Mediremos con una wincha el asentamiento desde el centro de la masa asentada del concreto hasta la parte inferior de la varilla.



PREPARACIÓN DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Para determinar la resistencia a la compresión o a la tracción se elaborarán especímenes de concreto, deben ser cilindros vaciados y fraguados en posición vertical. El número y tamaño de los cilindros de concreto estarán establecidos en las especificaciones de los ensayos. La longitud de los cilindros de concreto debe ser el doble del diámetro y el diámetro del cilindro debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Cuando el tamaño máximo nominal del agregado grueso excede los 50 mm, la muestra de concreto se tamizará por una vía húmeda a través del tamiz de 50 mm (fuente: NTP 339.036). Para realizar los ensayos de resistencia a la compresión, los cilindros deben ser de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm (fuente: NTP 339.209).

Después de haber elaborado el diseño de mezcla, tenemos en cuenta la cantidad de materiales que se usarán para hacer un concreto de una resistencia específica. Luego proporcionalmente se raciona para el volumen de los cilindros de concreto.

Tengamos en cuenta la cantidad de concreto que se va a ocupar en los cilindros de concreto, entonces haremos el respectivo mezclado. Antes de agregar la mezcla a los cilindros de concreto, hay que limpiar bien los moldes y luego cubrir todas las superficies internas con un desmoldante, puede ser petróleo, aceite mineral, aditivo desmoldante, etc.

Los moldes se llenarán en tres capas (las tres capas de misma proporción). Al momento de llenar una capa se compactará con una varilla circular recta de acero liso con dimensiones conforme a la tabla 6.16 (Fuente: NTP 339.033, NTP 339.035, NTP 339.046, NTP 339.083 Y ASTM C173/C173M).

Tabla 1.13. Diámetro de varilla con respecto al diámetro del molde

Diámetro del cilindro o ancho de la viga (mm)	Diámetro de la varilla (mm)
<150	10±2
≥150	16±2

Fuente: Norma técnica peruana 339.033

Al momento de compactar con la varilla, esta deberá penetrar en la capa anterior 1" (2.5 cm). Después de compactar se aplicarán 10 a 15 golpes laterales con un mazo de goma.

Debemos tener en cuenta que la última capa debe llenarse en exceso y luego de haberse compactado las tres capas entonces se procede a enrasar. Luego el molde que contiene al cilindro de concreto se coloca en un lugar con las condiciones ambientales adecuadas (sin que el sol caiga directamente, sin que una lluvia pueda afectar) para su posterior desmoldado.

Nota: Un mal acabado de la cara del cilindro afecta la resistencia del concreto.

CURADO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO

Retiramos los moldes de las probetas de concreto 24 ± 8 horas después de haberse hecho el moldeado. Llevamos las probetas de concreto a una poza de curado, que contiene agua y cal (3.00 gr./lt), hasta que llegue el día a ensayar.

1.3) MARCO LEGAL

La presente investigación tiene como sustento legal las siguientes normas técnicas:

- Norma ASTM C 143 (propiedades del concreto)
- NTP 400.012
- NTP 400.011
- NTP 400.037
- NTP 440.017
- Norma ASTM C 29
- NTP 400.022
- Norma ASTM C 128
- NTP 400.021
- NTP 339.185
- Norma ASTM C 31
- NTP 339.035 (ensayo de consistencia cono de Abrams)
- NTP 339.033 (elaboración y curado de probetas de concreto)
- NTP 339.034 (resistencia a la compresión)
- Tablas de dosificaciones del ACI comité 211
- "Tópicos de tecnología de concreto en el Perú", Enrique Pasquel Carvajal.

- Norma ASTM C 494 tipo F (aditivo superplastificante)
- Norma ASTM C 1017 tipo I (aditivo superplastificante)
- Norma ASTM C 33 (granulometría)
- Norma ASTM C 150 (componentes y propiedades del cemento)
- NTP 339.088 (ficha técnica Cemento Inka Ultrarresistente tipo Ico)

1.4) MARCO CONCEPTUAL

EL CEMENTO

COMPOSICIÓN DEL CEMENTO

El cemento es un elemento formado a partir de una mezcla de arcilla y caliza calcinadas y después molidas.

El cemento tiene la característica de endurecerse después de entrar en contacto con el agua. El producto resultante de moler estas rocas se llama clinker y se convierte en cemento cuando se agrega una pequeña cantidad de yeso (para evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando se le añade agua y se endurece después). El cemento cuando se mezcla con agregado grueso, agregado fino y agua, crea un elemento uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo la forma de una roca artificial, a esta mezcla se le conoce como concreto.

TIPOS DE CEMENTOS Y SUS APLICACIONES

Los tipos de cementos son los siguientes, clasificados según la Recepción de Cementos (RC-97) de España:

- Cementos comunes (CEM): Están constituidos fundamentalmente por Clinker de cemento portland y una cantidad pequeña de yeso (retardador de fragua). Una vez que se alcanza la finura adecuada, se guarda en silos antes de su comercialización.
- Cementos blancos (BL): Son iguales a los cementos comunes, pero con cierta composición e índice de blancura.
- Cemento de aluminato de calcio: Son cementos con un alto contenido de aluminatos de calcio (cementos aluminosos).
- Cementos para usos especiales (ESP): En este tipo de cementos el clinker de cemento portland ocupa un lugar secundario en

comparación con las adiciones de escorias, puzolanas o cenizas volantes.

- Cementos con características adicionales: Estos cementos son como los mencionados anteriormente, pero además presentan características adicionales, tales como la resistencia a los sulfatos y/o agua de mar o desarrollar un bajo calor de hidratación.

REQUISITOS NORMALIZADOS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO

- Cementos portland según la NTP 334.090 (ASTM C 150):
Tipo I: Es de uso general
Tipo II: Usado cuando se requiere una moderada resistencia a los sulfatos.
Tipo II (MH): Usado para un moderado calor de hidratación.
Tipo III: Usado para una alta resistencia inicial.
Tipo IV: Usado cuando se requiere bajo calor de hidratación
Tipo V: Usado para una alta resistencia a los sulfatos.
- Cementos portland NTP 334.090 también contempla otros tipos de cemento que podemos encontrar en la norma ASTM C 595:
Tipo IP: Cemento puzolánico (15%-40% de puzolana)
Tipo IPM: Cemento puzolánico modificado (con tiene menos de 15% de puzolana)
Tipo IS: Cemento de escoria (25%-70%)
Tipo Ico: Cemento compuesto con un material adicional (hasta 30%)
Tipo IT: Cemento ternario (dos adiciones)
Tipo IL: Cemento calizo

ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

Para obtener una mejor calidad en los concretos y morteros el cemento debe almacenarse de una manera adecuada.

Por lo tanto, lo que hay que hacer es:

- Mantenerlo seco, ya que el cemento es sensible a la humedad y así mantendrá su calidad.

- La humedad relativa donde se almacena el cemento debe ser la menor posible.
- Cerrar todas las grietas y aberturas en paredes y techos donde se guarde el cemento.
- No almacenar los sacos de cemento sobre pisos húmedos, sino sobre un elemento que lo aisle a una distancia apropiada del suelo.
- Apilar juntos los sacos para reducir la circulación de aire, pero no debe apilarse contra las paredes exteriores.
- Cubrir los sacos de cemento con mantas o con alguna cubierta impermeable.
- Apilar los sacos de tal manera que los primeros sacos en entrar sean los primeros en salir.
- Al almacenar el cemento durante largos periodos de tiempo puede generar en lo que se llama "compactación de bodega".
- No sobreponer más de 12 sacos de cemento si el periodo de almacenamiento es menor de 60 días. Si el periodo es mayor, no sobreponer más de 7 sacos.

CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO INKA TIPO I

Las características son las siguientes:

- Mayor trabajabilidad y excelente acabado, la capacidad lubricante de las partículas de microfiller calizo permite un mejor acabado en todo tipo de obra de albañilería (Ficha técnica cementos Inka, 2018).
- Mayor durabilidad e impermeabilidad, al generar superficies con menos porosidades, no permiten el ingreso de elementos perjudiciales. No sólo para el concreto, sino también para las armaduras (Ficha técnica cementos Inka, 2018).
- Altas resistencias en el tiempo, la molienda extrafina y una excelente distribución granulométrica de las partículas generan altas

resistencias iniciales y a largo plazo (Ficha técnica cementos Inka, 2018).

- Moderada resistencia a los sulfatos, su bajo contenido de álcalis y de aluminatos (C3A) lo hacen ideal para ambientes con moderada agresividad (Ficha técnica cementos Inka, 2018).
- Moderado calor de hidratación, especial para aplicaciones en obras de alto volumen de concreto, usado incluso a alta temperatura ambiente (Ficha técnica cementos Inka, 2018).
- Es un cemento ecológico porque reduce las emisiones de CO₂ (gas causante del efecto invernadero que deteriora la capa de ozono).

USOS Y APLICACIONES DEL CEMENTO INKA TIPO I

El cemento inka tipo Ico ultra resistente por su proceso de fabricación tiene más impermeabilidad y durabilidad, lo que a su vez evita el ingreso de elementos perjudiciales, entonces los usos y aplicaciones que tiene son:

- Acabados y armaduras: Es recomendado por expertos como un cemento para todo tipo de acabados y la elaboración de armaduras de cemento. En esta última, su ultra resistencia juega un papel muy importante.
- Estructuras a largo tiempo: Los expertos nos dicen que una estructura fabricada de cemento tiene una vida útil real de 50 años; sin embargo, muchas de ellas no soportan los abates del tiempo, el clima y temperatura. Nuestro cemento Ultra Resistente, soporta esto y más, debido a la buena distribución granulométrica de las partículas; las cuales generan altas resistencias iniciales y a largo plazo gracias a los materiales con los que está fabricado este cemento.
- Para ambientes de climas hostiles: El cemento Inka tipo I tiene un bajo contenido de álcalis y de aluminatos (C3A); lo que lo convierte en un cemento idóneo para ambientes con moderada agresividad,

sobre todo aquellos con climas hostiles con temperaturas extremas, cambiantes o altos índices de humedad y corrosión.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL CEMENTO INKA TIPO I

Debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Hacer uso del cemento de acuerdo con el diseño de mezcla.
- La cantidad de agua que se usa en combinación con el cemento debe ser fija.
- El cemento no debe tener grumos.

AGREGADOS

El concreto está compuesto de pasta de cemento y agua en la cual se encuentran embebidos materiales granulares llamados agregados. Estos agregados están en un porcentaje del 65% al 80% del volumen de la unidad cúbica del concreto.

Ya que los agregados ocupan un alto porcentaje de participación en el concreto es de mucha importancia sus características. Se puede tener un descuido respecto a los agregados ya que con respecto al costo que tienen estos con el cemento es bajo.

PRINCIPALES CANTERAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

- **Cantera Palomino:**

La cantera Palomino es una empresa dedicada al rubro de la explotación de las piedras y/o rocas que se utilizan en la construcción. primeramente, esta empresa es la encargada de llevarlo a un debido proceso que permite la reducción adecuada para la utilización en la construcción que esté dentro de los estándares permitidos ya sea por LA NTP o las normas ASTM. que nos indica que propiedades, así como también que tamaño como máximo y

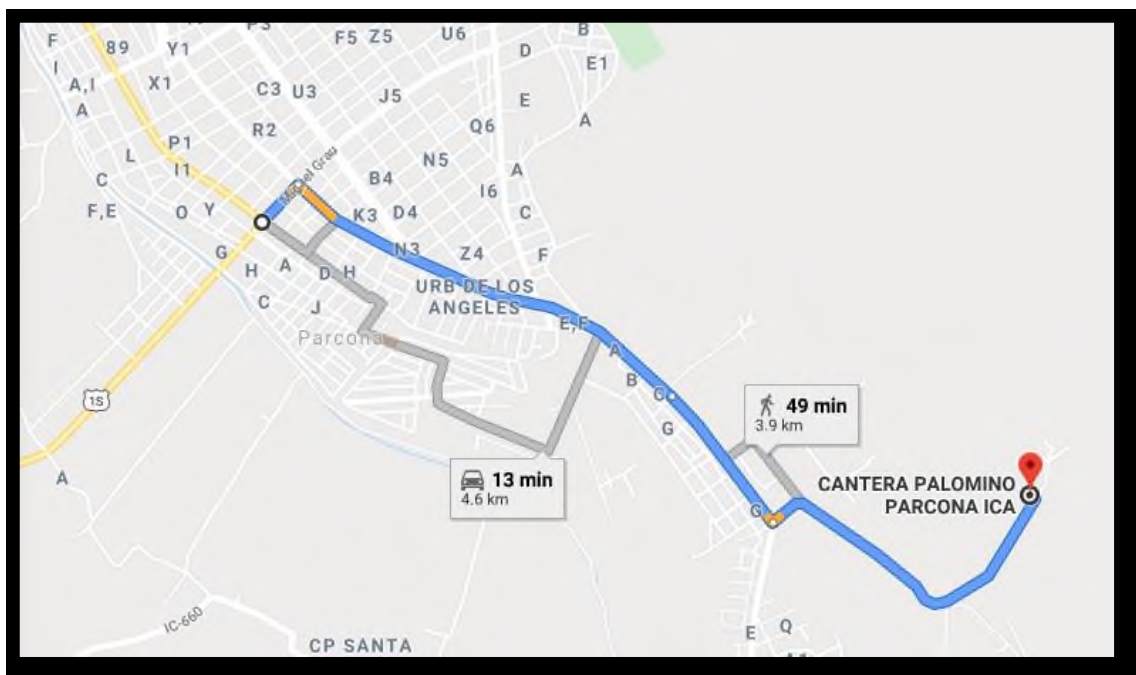
nivel de limos debe de contener un agregado para que pueda satisfacer una buena construcción.

La presenta cantera cuenta con certificado de calidad.

Los agregados que encontramos aquí son:

- ✓ Afirmado
- ✓ Piedras chancadas de ½"
- ✓ Piedras chancadas de ¾"
- ✓ Piedra base
- ✓ Ripio común
- ✓ Confitillo ¼"
- ✓ Arena

A continuación, la distancia y forma de llegar a la cantera Palomino desde La curva de Parcona. (Miguel Grau y Calle Cuzco en dirección al distrito de Yaurilla) (Referencia: por el centro poblado 12 de Marzo)



- **Cantera Los Molinos:**

Está ubicado en la carretera tramo en el kilómetro 3+200, lado izquierdo, cuenta con acceso de 50 m de camino carrózzable conformado por depósitos de material grueso y finos que tienen formas redondeadas a subredondeadas y corresponden a depósitos

fluviales que se distribuyen en los cause de los ríos, el área de estudio está constituida por mezclas de grava bien graduada y arena bien graduada, con limo y arena de textura semi lisa, de color gris. La cantera Los Molinos cuenta con certificado de calidad. Para poder cumplir con toda la exigencia de las especificaciones técnicas se requiere realizar con anterioridad el proceso de zarandeo, para la fabricación de relleno, sub base, para la fabricación de base granular, mezcla asfáltica en caliente, y concreto, se tiene que utilizar chancadora, adicionalmente se puede utilizar como material de mejoramiento, obras de drenajes y filtro a subdrenes.

Se realizaron tres muestreos de ensayos de calidad, que nos dieron resultados dentro de las especificaciones técnicas de calidad de materiales en cuanto la carga puntual de la grava.

Propiedades mecánicas promedio de la cantera los Molinos:

- Límite líquido (Malla Nro 40) = 18.50%
- Límite plástico (Malla Nro 40) = N.P
- Índice de plasticidad (malla nro 40) = N.P
- Densidad máxima seca natural = 2.22 gr/cm³
- Contenido óptimo de agua natural = 6.10%
- Ensayo de CBR = 70 al 95 % y 90% al 100%
- Equivalente de arena lavada = 80 %
- Desgaste de abrasión = 19 %

ELECCIÓN DE LA CANTERA – TIPOS DE AGREGADOS QUE SE OBTIENEN

La cantera elegida para la obtención de agregado grueso es la cantera Palomino y para obtener el agregado fino es el río Ica.

Se eligió estos dos lugares debido a su cercanía y accesibilidad que tiene en la provincia de Ica y también por el amplio uso que se le está dando en la actualidad de la fecha de la presente investigación. En cuanto al aspecto técnico se eligió la cantera Palomino porque el agregado grueso cumple con lo establecido en la norma ASTM C 33 y NTP 400.037.

AGREGADO GRUESO

Está definido por la norma ASTM C 33.

El agregado grueso es uno de los componentes principales del concreto, por ello su calidad es muy importante para obtener resultados óptimos en la elaboración de estructuras de concreto. El agregado grueso es aquel que es retenido en el tamiz N°4 y se obtiene de la desintegración de las rocas.

El agregado grueso es una roca triturada o grava triturada obtenida de fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio para ver si cumplen con la calidad que este requiere. El tamaño mínimo del agregado grueso es 4,8 mm. El agregado grueso a usar debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de polvo o materiales extraños, los cuales, si son hallados, serán eliminados mediante un adecuado procedimiento, uno de estos procedimientos puede ser el lavado.

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de preferencia debe ser cúbica y también estar libre de partículas planas, alargadas y delgadas en todos los tamaños.

AGREGADO FINO

El agregado fino es uno de los componentes del concreto. Se define como la arena que pasa el tamiz 3/8" y queda retenida en la malla N°200.

El agregado fino es arena natural que proviene de canteras o de arena producida artificialmente. La arena natural está constituida por fragmentos de roca limpios, compactos, duros y durables.

Cuando se produce artificialmente el agregado fino no se debe usar rocas que se quiebren en partículas laminares, alargadas o planas, independientemente del equipo de procesamiento empleado.

El agregado fino adecuado para la mezcla se encuentra en un rango de módulo de finura no menor de 2,3 ni mayor de 3.1. Para hallar el módulo de finura se utiliza cernidores calibrados.

FUNCIONES EN EL CONCRETO DE LOS AGREGADOS

Los agregados cumplen distintas funciones en el concreto, las cuales son:

- Funciona como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo así la cantidad de pasta en una unidad de concreto.
- Proporciona resistencia a las acciones mecánicas de desgaste o intemperismo.
- Reduce los cambios de volumen que resultan del fraguado, endurecimiento, humedecimiento, secado o calentamiento del concreto.
-

AGUA EN EL CONCRETO

El agua considerada como elemento para la elaboración y el curado del concreto debe cumplir con las respectivas normas de calidad. Las normas para la calidad del agua son distintas en cada país, estas normas pueden variar según el tipo de cemento con el que se va a trabajar. El agua deberá ser limpia y fresca hasta donde sea posible, no deberá contener residuos de aceites, ácidos, sulfatos de magnesio, calcio, sodio, sales, limo, arcilla, lodo, algas, materia orgánica o alguna sustancia dañina.

El agua en el concreto debe seguir una respectiva dosificación en cuanto a la mezcla. Para hacer un buen curado del concreto se debe proporcionar también de agua al concreto, pero en una determinada cantidad.

USO DEL AGUA REQUISITOS NORMALIZADOS

El agua debe estar dentro de los límites siguientes (Fuente NTP 339.088):

- El máximo contenido de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3ppm.

- El contenido de residuo sólido deberá ser menor de 5000 ppm.
- El pH debe estar entre 5.5 y 8.
- La cantidad de sulfatos deberá ser como máximo 600 ppm (expresado en ion SO₄).
- La cantidad de cloruros deberá ser como máximo 1000 ppm (expresado en ion Cl).
- La cantidad de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) no deberá ser menor de 1000 ppm.

Explicación de los límites para el agua de mezcla y de curado:

- El mejor pH del agua es 7, ya que no es ni ácido ni básico, lo cual se traduce en que no daña al concreto.
- Cuando el PH del agua es menor de 6 (agua ácida), esta daña al concreto (principalmente al acero), por ello de preferencia evitar su uso.
- Cuando los cloruros entran en contacto con el concreto producen corrosión, por ello las obras cercanas a ambientes marinos sufren corrosión. El reglamento nacional de edificaciones por ello indica que, para el concreto armado expuesto a la acción de cloruros, el agua tendrá como máximo 0.1% de cloruros con respecto al peso del cemento.

ADITIVOS

DEFINICIÓN

Los aditivos son componentes del concreto, son de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, su uso en el concreto tiene como objetivo modificar las propiedades físicas de la mezclas. Se suelen presentar en forma líquida o en polvo, como emulsiones.

RAZONES PARA EL EMPLEO DE ADITIVOS

Los aditivos se pueden utilizar por los siguientes motivos:

- Para mejorar las propiedades del concreto.
- Pueden disminuir en ciertas ocasiones el costo del concreto a futuro.

- Minimizar gastos de reparaciones.
- Los aditivos pueden acelerar el proceso constructivo.

CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS

De acuerdo con su función principal se clasifica a los aditivos para el concreto de la siguiente manera:

- Los plastificantes: Este tipo de aditivo permite disminuir la cantidad de agua y también modificar el asentamiento del concreto de manera óptima, depende de la calidad y cantidad del aditivo usado en la mezcla de concreto.
- Los aditivos superplastificantes: Este tipo de aditivo permite modificar la consistencia del concreto de manera más óptima que el aditivo plastificante, también permite modificar el contenido de agua, reduciendo así la relación agua-cemento del concreto y pudiendo a la vez mantener su asentamiento.
- Los aditivos reductores de agua: Este tipo de aditivo reduce la cantidad de agua de mezclado, disminuyendo la exudación, aumentando la resistencia a la compresión.
- Los aditivo inclusores de aire: Este tipo de aditivo permite incorporar durante el mezclado una determinada cantidad de burbujas de aire, repartidas uniformemente, las cuales permanecen después de que el concreto haya fraguado por completo.
- Los aditivos aceleradores de fraguado: Este tipo de aditivo disminuye el tiempo en que el concreto fresco logra endurecerse.
- Los aditivos aceleradores de endurecimiento: Este tipo de aditivo aumenta la velocidad con la que el concreto desarrolla sus respectivas resistencias.
- Los aditivos retardadores de fraguado: Este tipo de aditivo aumenta el tiempo en que el concreto logra pasar de su estado fresco a su estado endurecido.
- Los aditivos hidrófugos de masa: Este tipo de aditivo reduce la absorción capilar del concreto cuando ya se encuentra en su estado endurecido.

- Los aditivos multifuncionales: Este tipo de aditivo optimiza distintas propiedades del concreto en su estado fresco o endurecido, actúa sobre más de una de las funciones principales definidas en los aditivos que se mencionaron anteriormente.

NORMALIZACIÓN DE LOS ADITIVOS

Se clasifican en: (Fuente: ASTM C494).

- Aditivos reductores de agua (tipo A).
- Aditivos retardadores (tipo B).
- Aditivos aceleradores (tipo C).
- Aditivos reductores de agua y retardadores (tipo D).
- Aditivos reductores de agua y aceleradores (tipo E).
- Aditivos superplastificantes (reductores de agua de alto rango) (tipo F).
- Aditivos reductores de agua de alto rango y retardadores (tipo G).
- Aditivos de comportamiento específico (tipo S).

ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES

Los aditivos superplastificantes aumentan la trabajabilidad del concreto, evitando así la necesidad de incrementar la cantidad de agua requerida para alcanzar una consistencia determinada. Se usan mayormente en concretos que requieren un elevado asentamiento o en aquellos concretos de alta resistencia que implican en ambos casos, altos contenidos de pasta.

Al igual que cualquier tipo de aditivo para el concreto, los aditivos superplastificantes presentan un mayor o menor rendimiento dependiendo del tipo de cemento. Para cementos que poseen un contenido alto de aluminato tricálcico, los superplastificantes mejoran su trabajabilidad, pero durante un corto periodo de tiempo. Entonces por ello entendemos que los cementos con bajo contenido de aluminato tricálcico cuando entran en contacto con los aditivos superplastificantes presentan una menor trabajabilidad con respecto al cemento visto

anteriormente, pero mantienen su consistencia por una mayor cantidad de tiempo.

Los aditivos superplastificantes están considerados en el tipo F de la norma ASTM C494.

EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA VISCOCRETE 1110 PE

DESCRIPCIÓN DEL ADITIVO

Sika Viscocrete 1110 PE es un aditivo líquido súperplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Está diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por varias horas, por sus propiedades facilita la fabricación de cemento autocompactante. No contiene cloruros y cumple con la norma ASTM C 494 Tipo F y norma ASTM C 1017 tipo I (Ficha técnica Sika, 2018).

USOS DEL ADITIVO

- La elaboración de concreto premezclado en planta, especialmente diseñado para emplearse dependiendo la dosis como reductor de agua (hasta 30% de reducción), plastificante o superplastificante.
- Colocar y transportar concreto y mortero en condiciones ambientales rigurosas, como: baja humedad relativa, velocidad de viento muy alta y temperaturas extremas en el concreto (como en Ica al haber altas temperaturas).
- Reductor de agua de alto rango, se usa para concretos bombeados y en estructuras donde se requieran acabados de mejor calidad y fragua controlada.
- Concretos de bajo contenido de agua, sistema tremie (relación agua-cemento debe estar entre 0.3 y 0.45)

VENTAJAS DEL ADITIVO

- Altas resistencias en un corto tiempo para un desmoldado rápido en concretos estructurales.

- Reducciones de la relación agua cemento y así obtener concretos más durables, más densos y menos permeables.
- Altas resistencias finales, ampliando la cantidad de estructuras que las requieran.
- Reducción de los defectos superficiales y mejora en la apariencia estética de la estructura.
- No contiene elementos que produzca la corrosión del acero de refuerzo. Se puede volver a dosificar en obra para facilitar la colocación y/o bombeo del concreto en climas cálidos.
- Reduce la carbonatación del concreto.
- Disminuye la contracción plástica.

DATOS BASES Y TÉCNICOS DEL ADITIVO

- Aspecto: Líquido
- Color: Marrón claro a Marrón oscuro
- Densidad: 1.06 kg/L \pm 0.01
- Norma: Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C 494 Tipo F y ASTM C-1017.

DOSIFICACIÓN DEL ADITIVO

Dosis: 1% - 2% del peso del material cementante de acuerdo a las características que se desean obtener.

Aplicación: Adicionar el aditivo a la mezcla de concreto de acuerdo a las propiedades que se desea obtener. El aditivo se adicionará cuando previamente se hayan mezclado los agregados con el cemento y agua respectiva. Este aditivo en altos porcentajes permite mantener el asentamiento del concreto por más de dos horas.

Importante:

- En la preparación de morteros o concretos fluidos se requiere una buena distribución granulométrica. Se debe

garantizar un adecuado contenido de agregado fino para evitar la segregación del material fluido.

- En caso de deficiencia del agregado fino, dosificar SikaAer® para incorporar el aire de manera controlada a la mezcla.
- El uso de concreto fluido requiere un cuidado especial en el sellado del encofrado para evitar que el concreto salga de este.
- La dosis óptima se determinará a través de ensayos con los materiales y en las condiciones que se presentan en la obra.

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de este aditivo superplastificante, evitar el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Para una adecuada protección utilizar guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de que el aditivo superplastificante entre en contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1) SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El presente planteamiento de problema se sustenta en los diversos problemas en la calidad del concreto en la provincia de Ica (deficiencia en la resistencia a la compresión debido a un mal curado de concreto, cangrejeras, etc.). Uno de los principales motivos por el cual la calidad del concreto se ve afectado es por la autoconstrucción, siendo este uno de los puntos más resaltantes en la provincia de Ica.

Desde que empezó el uso del concreto en la provincia de Ica no se ha proporcionado de una información certera (basada en resultados) en cuanto a los resultados que uno ha querido obtener en las propiedades del concreto.

La falta de conocimiento sobre cuál marca de cemento usar y el uso del agua para una construcción que requiere una determinada calidad ha llevado a la población a considerar que los cementos más caros son los que proporcionan de mejores resultados, sin considerar el uso del agua. En la provincia de Ica este es un problema que se ve desde hace ya un buen tiempo debido a la falta de conocimiento sobre un adecuado diseño de mezcla. Hemos llegado a este problema por la falta de interés de la población en conocer las propiedades que adquiere el concreto dependiendo de su diseño.

También esta falta de conocimiento se debe a la falta de fiscalización de la calidad del concreto. Esto es un problema del cual la mayoría de la población no tiene cuidado, y de parte de ningún organismo del Estado hay una rigurosa exigencia en cuanto a esto.

Otro punto a considerar es la falta de conocimiento sobre los materiales (cementos, aditivos, etc.), responden a un determinado clima y situación. Por ello este problema en investigación está referido a solo la provincia de Ica.

2.2) **FORMULACIÓN DE PROBLEMAS**

2.2.1) **PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida influye el aditivo superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas en la calidad del concreto en la provincia de Ica?

2.2.2) **PROBLEMA ESPECÍFICOS**

¿En qué medida influye la cantidad de agua en la calidad del concreto en la provincia de Ica?

¿En qué medida influye el nivel de consistencia del concreto en la calidad del concreto en la provincia de Ica?

¿En qué medida influye el nivel de resistencia a la compresión del concreto en la calidad del concreto en la provincia de Ica?

¿En qué medida influye el módulo de elasticidad del concreto en la calidad del concreto en la provincia de Ica?

¿En qué medida influye los recursos económicos en la calidad del concreto en la provincia de Ica?

2.3) **DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

- **Delimitación espacial geográfica**

La presente investigación abarca toda la provincia de Ica.

- **Delimitación temporal**

La provincia de Ica es un lugar donde hay mucho calor durante todo el año, los agregados obtenidos y materiales en evaluación fueron obtenidos durante las estaciones de verano y otoño.

- **Delimitación social**

Toda la población de la provincia de Ica.

- **Delimitación conceptual**

Es a nivel nacional y abarca también conceptos de la provincia de Ica.

2.4) **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

2.4.1) **JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación soluciona el problema de la calidad del concreto en la provincia de Ica.

Esta investigación sirve para demostrar que el aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica. Sirve como soporte para hacer diseños óptimos, diseños que se podrían incluir en las fichas técnicas y así obtener un concreto de calidad. Ya que tristemente en nuestra provincia hay muchas edificaciones sin el respectivo permiso legal, entonces contar con una ficha técnica más específica ayudaría a concientizar a la población a invertir algo más de dinero para obtener mejores resultados.

La presente investigación influye mucho en la calidad de vida de la población, ya que al descubrir cuanto influye el aditivo en estudio entonces se podrán construir edificaciones con mejores propiedades físicas y mecánicas.

Entonces viendo que esta investigación puede ayudar a la población es una motivación poder realizarla, ya que la calidad de vida de la población es algo que desde siempre se ha buscado y también es mi deseo mejorar.

La presentación investigación se pondrá a disposición de la población, llenando así vacíos de conocimiento en la población iqueña y también proporcionará del conocimiento en cuanto al beneficio que se puede adquirir comparándolo con los costos.

2.4.2) IMPORTANCIA

La presente investigación toma importancia en la población de la provincia de Ica, ya que el fin de esta investigación es poder proporcionar de información para evitar tragedias y poder realizar trabajos de calidad.

2.5) OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

2.5.1) OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de influencia del aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE con el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico en las propiedades físicas y mecánicas para la calidad del concreto en la provincia de Ica.

2.5.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar en qué medida influye la cantidad de agua usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo

superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

- Determinar en qué medida influye el nivel de consistencia del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete–1110 PE en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- Determinar en qué medida influye el nivel de resistencia a la compresión del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete–1110 PE en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- Determinar en qué medida influye el módulo de elasticidad del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- Determinar en qué medida influye los recursos económicos en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

2.6) HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.6.1) HIPÓTESIS GENERAL

La influencia del aditivo superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas incide en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

2.6.2) HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La cantidad de agua usada con el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- El nivel de consistencia del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete–1110 PE influye positivamente en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- El nivel de resistencia a la compresión del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete–1110 PE influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

- El módulo de elasticidad del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- Los recursos económicos influyen en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

2.7) VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.7.1) IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas.

VARIABLE DEPENDIENTE

La calidad del concreto en la provincia de Ica.

2.7.2) OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La influencia del aditivo superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas incide en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

La cantidad de agua usada en el concreto influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

El nivel de consistencia del concreto influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

El nivel de resistencia a la compresión del concreto influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

El módulo de elasticidad del concreto influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

Los recursos económicos usados para la fabricación del concreto influyen en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1) TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- **Tipo de investigación**

La investigación corresponderá al tipo Aplicada, porque se ensayarán varias muestras en un laboratorio y mediante aparatos

- **Nivel de investigación**

La investigación es del nivel descriptivo y explicativo ya que se podrá observar y analizar las propiedades y componentes que se usarán con el uso del Aditivo.

- **Diseño de investigación**

Diseño Transversal – Correlacional. Ya que se trata de relacionar dos categorías las cuales son diseño con aditivo y sin aditivo.

3.2) POBLACIÓN Y MUESTRA MATERIA DE INVESTIGACIÓN

- **Población de estudio**

La población objetivo de estudio, estará constituida por muestras de concreto utilizando el aditivo superplastificante y también usando muestras de concreto sin uso de aditivos.

- **Muestra de estudio**

La muestra de estudio está constituida por probetas cilíndricas de concreto de 15 cm de diámetro en la base y 30 cm de altura.

CAPITULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1) TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las principales técnicas que se utilizará en este estudio serán:

- Observación.
- Comparación.
- Ensayos de laboratorio

4.2) INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas serán:

- Cono de Abrams
- Prensa hidráulica
- Trompo mezclador
- Moldes para probetas de concreto
- Poza de curado
- Hojas de cálculo.

4.3) TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La técnica a utilizarse en el desarrollo de esta investigación es la observación directa de los hechos.

Para poder hacer el análisis de la investigación usaremos tablas y normas referidas a la tecnología del concreto.

Los resultados del análisis respectivo (basado en las tablas y normas) servirán para constatar nuestras hipótesis, ver los beneficios y deficiencias en el diseño de mezcla con los materiales mencionados y así poder proporcionar de información valiosa a la población de la provincia de Ica.

A continuación, las tablas a usar en la presente investigación, con sus respectivos datos.

CEMENTO	
Cemento Inka ultrarresistente	Tipo I
Peso específico	3.05
AGUA	
Potable de la red de servicio de la UNICA	
AGREGADO FINO	
Peso unitario suelto	1536.46 kg/cm ³
Peso unitario compactado	1637.19 kg/cm ³
Peso específico	2.685 gr/cm ³
Absorción	1.282%
Contenido de humedad	4.08%
Módulo de fineza	2.2373
AGREGADO GRUESO	
Peso Unitario Suelto	1395.86 kg/cm ³
Peso Unitario Compactado	1546.41 kg/cm ³
Peso Especifico	2.641 gr/cm ³
Tamaño Máximo Nominal	¾"
Absorción	1.128%
Contenido de humedad	0.81%
Módulo de fineza	6.54

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°01-A

SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA EN OBRA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA EN OBRA	
Con respecto a Ds	$F'_{cr} = f'_c + tD_s$
Con respecto a V	$F'_{cr} = f'_c / (1-tV)$

Fuente: TOPICOS DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO EN EL PERÚ

Ing. Enrique Pasquel Carvajal

TABLA N°01-B

VALORES DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

% DE PRUEBAS DENTRO DE LOS LÍMITES $\mu \pm tDs$	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR DEBAJO DEL LÍMITE INFERIOR	t
99.73	1 en 741	3.00
99.00	1 en 200	2.58
98.00	1 en 100	2.33
95.45	1 en 44	2.00
95.00	1 en 40	1.98
90.00	1 en 20	1.65
80.00	1 en 10	1.28
70.00	1.5 en 10	1.04
68.27	1 en 6.3	1.00
60.00	2 en 10	0.84
50.00	2.5 en 10	0.67
40.00	3 en 10	0.52

Fuente: TOPICOS DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO EN EL PERÚ

Ing. Enrique Pasquel Carvajal

TABLA N°01-C

VALORES DE DISPERSIÓN EN EL CONTROL DEL CONCRETO

DISPERSION TOTAL					
CLASE DE OPERACION	DESVIACION STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm²)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
Concreto en Obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
Concreto en Laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.8	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

Fuente: TOPICOS DE TECNOLOGIA DE CONCRETO EN EL PERÚ

Ing. Enrique Pasquel Carvajal

TABLA N°02
SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Tipo de Construcción	Asentamiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatatas y muros de cimentación armados.	7.5	2.5
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros.	7.5	2.5
Vigas y muros armados	10	2.5
Columnas de edificios	10	2.5
Losas y Pavimentos	7.5	2.5
Concreto Ciclópeo	5	2.5

Fuente: Comité 211.1 ACI

TABLA N°3
REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y DE CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE AGREGADOS

ASENTAMIENTO	Agua en lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados.							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	205	195	175	170	160	140
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	---
	CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	---

Fuente: Comité 211.1 ACI

TABLA N°04
SELECCIÓN DEL AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Comité 211.1 ACI

TABLA N°05
RELACIÓN AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
420	0.41	--
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Fuente: Comité 211.1 ACI

TABLA N°06
MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso (pulg)	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas/m³ 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

Fuente: Universidad de Maryland, Rivva Lopez Enrique (2007)

CAPITULO V

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1) PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Procederemos a realizar los diseños de mezcla respectivos (concreto sin aditivo y concreto con aditivo)

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO SIN ADITIVO CONCRETO PATRÓN

- GENERALIDADES

El diseño de mezcla que se usa en esta tesis de investigación está basado en tablas normadas por el ACI, lo cual permite obtener un diseño óptimo de nuestro concreto patrón.

- ESPECIFICACIONES

Tomamos en cuenta las siguientes especificaciones para el diseño:

- Cemento a usar será el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico (marca de cemento muy usada en el año 2018 en Ica) (Ver ficha técnica en anexos).
- $F'c \text{ 28 días} = 210 \frac{kg}{cm^2}$
- Sin uso del aditivo superplastificante.

DISEÑO DE MEZCLAS PARA EL CONCRETO PATRÓN DE $F'c=210$ KG/CM² SIN ADITIVO CON EL CEMENTO INKA TIPO I

Desarrollo del diseño

1) Hallando el $F'cr$:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Por medio del diseño establecido en las tablas N°1A, N°1B y N°1C, obtenemos:

$$F'cr = F'c + t Ds$$

Donde:

$t = 1.28$ (Se escoge la probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior de 1 en 10).

$Ds = 40 \text{ kg/cm}^2$ (Este valor se escoge por el grado de control categorizado en bueno en la ciudad de Ica)

$$\text{Entonces: } F'cr = 210 + 1.28 \times 40$$

$$F'_{cr} = 261.2 \text{ kg/cm}^2$$

- 2) Hallando el SLUMP (Tabla N°2):
Para columnas de edificios 2.5 a 10 cm.
- 3) Hallando el tamaño máximo nominal:
De acuerdo con la granulometría realizada el tamaño máximo nominal del agregado grueso es:
T.M.N = ¾"
- 4) Hallando el volumen unitario de agua por tabla del ACI (Tabla N°3)
El volumen recomendable es de 205 lt/m³.
- 5) Seleccionamos el contenido de aire según tabla ACI (Tabla N°4)
Contenido de aire = 2.0%
- 6) Selección de la relación agua-cemento según tabla ACI (Tabla N°5)
Después de haber interpolado, nuestra R a/c = 0.5995
- 7) Determinamos el factor cemento:
Si R a/c = 0.5995 y la cantidad de agua por m³ = 205 lt.
Dividiendo: $205 / 0.5995 = \mathbf{341.952 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{8.05 \text{ bol/m}^3}$
- 8) Calculamos el volumen absoluto de la pasta:
La suma de los volúmenes absolutos es:
Cemento: $341.952 / 3.05 \times 1000 = 0.112 \text{ m}^3$
Agua: $205 / 1 \times 1000 = 0.205 \text{ m}^3$
Aire: $2\% = 0.02 \text{ m}^3$
Volumen absoluto de la pasta = **0.337 m³**
- 9) Calculamos el volumen absoluto de los agregados:
Resulta de restar la unidad menos el volumen de la pasta
 $1 - 0.337 = \mathbf{0.663 \text{ m}^3}$
- 10) Calculamos el módulo de fineza de la combinación de agregados:
Para calcular el módulo de fineza de la combinación de agregados necesitamos dos valores previos, los cuales son la cantidad de cemento y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, con estos datos usaremos entonces la tabla N°6.
TMN = ¾"
 $C = \frac{341.952}{42.5} = 8.05 \text{ bol/m}^3$

Por tabla N°6:

8	5.11
8.05	m_c
9	5.19

$$m_c = 5.114$$

11) Cálculo de r_f (volumen absoluto del agregado fino)

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

$$r_f = \frac{6.54 - 5.114}{6.54 - 2.2373} \times 100$$

$$r_f = 33.14\%$$

12) Hallamos los volúmenes absolutos de los agregados:

Vol. Abs. Agregado fino: $0.663 \times 33.14\% = 0.220 \text{ m}^3$

Vol. Abs. Agregado grueso: $0.663 \times 66.86\% = 0.443 \text{ m}^3$

13) Ahora hallamos los pesos secos de los agregados para un m^3 .

Peso seco de:

Agregado fino: Vol. Abs. Agregado fino \times P.e \times 1000

Agregado fino: $0.220 \times 2.685 \times 1000 = 590.700 \text{ kg/m}^3$

Agregado grueso: Vol. Abs. Agregado grueso \times P.e \times 1000

Agregado grueso: $0.443 \times 2.641 \times 1000 = 1169.963 \text{ kg/m}^3$

14) Ordenamos la cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño:

Cemento: 341.952 kg/m^3

Agua de diseño: 205 lt/m^3

Agregado fino seco: 590.70 kg/m^3

Agregado grueso seco: 1169.963 kg/m^3

15) Ahora el concreto cuando se usa en obra debe aplicársele una corrección por humedad de los agregados.

Peso húmedo de los agregados:

Peso de ag. fino húmedo: Peso seco de agregado fino \times %W

Peso de ag. fino húmedo: $590.70 \times 1.0211 = 603.16 \text{ kg/m}^3$

Peso de ag. grueso húmedo: Peso seco de agregado grueso \times %W

Peso de ag. Grueso húmedo: $1169.963 \times 1.0082 = 1179.557 \text{ kg/m}^3$

Después procedemos a hacer la corrección del agua de diseño, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Agua efect.} = \text{agua diseño} - \left[\left(\frac{w-\text{abs}}{100} \right) \cdot P_{\text{seco fino}} + \left(\frac{w-\text{abs}}{100} \right) \cdot P_{\text{seco grueso}} \right]$$

$$\text{Agua efect.} = 205 - \left[\left(\frac{2.11-1.282}{100} \right) \cdot 590.7 + \left(\frac{0.81-1.128}{100} \right) \cdot 1169.963 \right]$$

$$\text{Agua efect.} = 205 - (1.171)$$

$$\text{Agua efect.} = 203.829 \text{ lt/m}^3$$

16) Luego de hallar las correcciones por humedad, obtenemos las cantidades finales que se usarán en obra para un metro cúbico (1 m³):

$$\text{Cemento:} \quad 341.952 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva:} \quad 203.829 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino:} \quad 603.16 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso:} \quad 1179.557 \text{ kg/m}^3$$

17) Ahora hallamos las proporciones de los materiales en peso:

Diseño:

$$\text{Cemento} = \frac{341.952}{341.952} = 1$$

$$\text{Agua efectiva} = \frac{205}{341.952} = 0.5995$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{590.70}{341.952} = 1.727$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1169.963}{341.952} = 3.421$$

Entonces tenemos la relación de las proporciones en peso (seco)

$$\mathbf{1 : 1.764 : 3.449 : 0.596}$$

Obra:

$$\text{Cemento} = \frac{341.952}{341.952} = 1$$

$$\text{Agua efectiva} = \frac{203.829}{341.952} = 0.596$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{603.16}{341.952} = 1.764$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1179.557}{341.952} = 3.449$$

Entonces tenemos la relación de las proporciones en peso (obra)

$$\mathbf{1 : 1.764 : 3.449 : 0.596}$$

18) Ahora el peso por tanda de una bolsa de cemento:

$$\begin{aligned}\text{Cemento} &= 1 \times 42.5 \text{ kg} &= 42.5 \text{ kg} \\ \text{Agua efectiva} &= 0.596 \times 42.5 \text{ kg} &= 25.33 \text{ lt/bolsa} \\ \text{Agregado fino} &= 1.764 \times 42.5 \text{ kg} &= 74.97 \text{ kg} \\ \text{Agregado grueso} &= 3.449 \times 42.5 \text{ kg} &= 146.58 \text{ kg}\end{aligned}$$

19) Luego hallamos también las proporciones de los materiales en volumen:

Diseño:

$$\begin{aligned}\text{Cemento} &= \frac{341.952}{3.05 \times 1000} = 0.1121 \text{ m}^3 \\ \text{Agua efectiva} &= \frac{205}{1 \times 1000} = 0.205 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado fino} &= \frac{590.70}{2.685 \times 1000} = 0.220 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado grueso} &= \frac{1169.963}{2.641 \times 1000} = 0.443 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} &= 1 - 0.9871 = 0.0199 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Relación de las proporciones en volumen de los materiales:

$$\frac{0.1121}{0.1121} : \frac{0.220}{0.1121} : \frac{0.443}{0.1121} : \frac{0.205}{0.1121}$$

$$\mathbf{1 : 1.963 : 3.952 : 1.829}$$

Obra:

$$\begin{aligned}\text{Cemento} &= \frac{341.952}{3.05 \times 1000} = 0.1121 \text{ m}^3 \\ \text{Agua efectiva} &= \frac{203.829}{1 \times 1000} = 0.2038 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado fino} &= \frac{603.16}{2.685 \times 1000} = 0.2246 \text{ m}^3 \\ \text{Agregado grueso} &= \frac{1179.557}{2.641 \times 1000} = 0.4466 \text{ m}^3 \\ \text{Aire} &= 1 - 0.9871 = 0.0129 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Relación de las proporciones en volumen de los materiales:

$$\frac{0.1121}{0.1121} : \frac{0.2246}{0.1121} : \frac{0.4466}{0.1121} : \frac{0.2038}{0.1121}$$

$$\mathbf{1 : 2.004 : 3.984 : 1.818}$$

20) Volumen absoluto de los materiales en pie³:

$$\begin{aligned}\text{Cemento} &= \frac{341.952}{42.5} = 8.05 \text{ pie}^3 \\ \text{Agua} &= 203.829 \text{ lt}\end{aligned}$$

$$\text{Ag. Fino} = \frac{603.16}{P.U.S} \times 35.31 = \frac{603.16}{1536.46} \times 35.31 = 13.86 \text{ pie}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \frac{1179.557}{P.U.S} \times 35.31 = \frac{1179.557}{1395.86} \times 35.31 = 29.84 \text{ pie}^3$$

Relación de las proporciones en volumen de los materiales (pie^3)

$$\frac{8.05}{8.05} : \frac{13.86}{8.05} : \frac{29.84}{8.05} : \frac{203.829}{8.05}$$

1 : 1.72 : 3.71 : 25.32 lt/bolsa

21) Cálculos para preparar una tanda de concreto:

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} (0.15)^2 \times (0.3)$$

$$\text{Volumen} = 0.0053 \text{ m}^3$$

A este volumen se le agrega el 25% por desperdicio:

$$\text{Volumen} = 0.0053 \text{ m}^3 \times 1.25$$

$$\text{Volumen} = 0.0066 \text{ m}^3$$

Para la elaboración de una tanda de concreto en el trompo mezclador el volumen será:

$$\text{Volumen} = 0.0066 \text{ m}^3 \times 3$$

$$\text{Volumen} = 0.0198 \text{ m}^3$$

Entonces una vez obtenido el volumen total del concreto procederemos a hallar la cantidad en kilogramos para la elaboración de cada tanda:

$$\text{Cemento:} \quad 341.952 \text{ kg/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 6.771 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva:} \quad 203.829 \text{ lt/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 4.036 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado fino:} \quad 603.16 \text{ kg/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 11.943 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso:} \quad 1179.557 \text{ kg/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 23.355 \text{ kg}$$

**PESO DE LOS MATERIALES OBTENIDOS DEL DISEÑO DE MEZCLA
PARA EL CONCRETO PATRÓN DE F'C=210 KG/CM2 SIN ADITIVO
CON EL CEMENTO INKA TIPO I**

MATERIALES	PESO DE LOS MATERIALES POR UNIDAD CÚBICA	PROPORCIÓN EN PESO
CEMENTO	341.952 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	603.16 kg/m ³	1.764
AGREGADO GRUESO	1179.557 kg/m ³	3.449
AGUA EFECTIVA	203.829 lt/m ³	0.596

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CON USO DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

- GENERALIDADES

En el presente capítulo presentamos los diseños de mezcla con el uso del aditivo superplastificante y el cemento inka tipo I (ultrarresistente).

Los límites de dosificación del aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE es de 1% (dosificación mínima) – 2% (dosificación máxima).

Entonces procedemos a dosificar el concreto incorporando el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE, el cual se diluye en el agua de mezclado (agua efectiva), primero empezamos evaluando la dosificación media:

Dosificación media = 1.5% del peso del cemento

La virtud que posee este aditivo superplastificante es que puede reducir hasta un 30% el agua efectiva.

Al realizar el ensayo de consistencia pudimos ver que la dosificación media reduciendo el 10% del agua efectiva nos da como resultado un slump de 13.5 cm, pero ocurre un defecto, la segregación. Por lo cual la dosificación media con un 10% de reducción del agua efectiva no genera ninguna mejora en la calidad del concreto de la provincia de Ica.

Entonces probamos reduciendo 0% de agua usando la misma dosificación, dio como resultado un slump de 15.5 cm, pero ocurre una segregación demasiado alta, por lo cual la calidad del concreto es ineficiente.

Entonces probamos la misma dosificación mínima reduciendo ahora el 20% del agua efectiva, dando como resultado un slump promedio de 13 cm y una segregación baja, por lo cual preparamos las respectivas probetas para su análisis correspondiente.

DISEÑO DE MEZCLA PARA EL CONCRETO PATRÓN DE F'C=210 KG/CM2 CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Desarrollo del diseño

- 1) Hallando el F'cr:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Por medio del diseño establecido en las tablas N°1A, N°1B y N°1C, obtenemos:

$$F'cr = F'c + t Ds$$

Donde:

$t = 1.28$ (Se escoge la probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior de 1 en 10).

$Ds = 40 \text{ kg/cm}^2$ (Este valor se escoge por el grado de control categorizado en bueno en la ciudad de Ica)

$$\text{Entonces: } F'cr = 210 + 1.28 \times 40$$

$$F'cr = 261.2 \text{ kg/cm}^2$$

- 2) Hallando el SLUMP (Tabla N°2):

Para columnas de edificios 2.5 a 10 cm.

- 3) Hallando el tamaño máximo nominal:

De acuerdo con la granulometría realizada el tamaño máximo nominal del agregado grueso es:

$$T.M.N = \frac{3}{4}''$$

- 4) Hallando el volumen unitario de agua por tabla del ACI (Tabla N°3)

El volumen recomendable es de 205 lt/m³.

- 5) Seleccionamos el contenido de aire según tabla ACI (Tabla N°4)

$$\text{Contenido de aire} = 2.0\%$$

- 6) Selección de la relación agua-cemento según tabla ACI (Tabla N°5)

Después de haber interpolado, nuestra R a/c = 0.5995

- 7) Determinamos el factor cemento:

Si $R_{a/c} = 0.5995$ y la cantidad de agua por $m^3 = 205$ lt.

Dividiendo: $205 / 0.5995 = 341.952 \text{ kg/m}^3 = 8.05 \text{ bol/m}^3$

8) Calculamos el volumen absoluto de la pasta:

La suma de los volúmenes absolutos es:

Cemento: $341.952 / 3.05 \times 1000 = 0.112 \text{ m}^3$

Agua: $205 / 1 \times 1000 = 0.205 \text{ m}^3$

Aire: $2\% = 0.02 \text{ m}^3$

Volumen absoluto de la pasta = **0.337 m^3**

9) Calculamos el volumen absoluto de los agregados:

Resulta de restar la unidad menos el volumen de la pasta

$$1 - 0.337 = \mathbf{0.663 \text{ m}^3}$$

10) Calculamos el módulo de fineza de la combinación de agregados:

Para calcular el módulo de fineza de la combinación de agregados necesitamos dos valores previos, los cuales son la cantidad de cemento y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, con estos datos usaremos entonces la tabla N°6.

TMN = $\frac{3}{4}$ "

$$C = \frac{341.952}{42.5} = 8.05 \text{ bol/m}^3$$

Por tabla N°6:

8 5.11

8.05 m_c

9 5.19

$$m_c = 5.114$$

11) Cálculo de r_f (volumen absoluto del agregado fino)

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

$$r_f = \frac{6.54 - 5.114}{6.54 - 2.2373} \times 100$$

$$r_f = 33.14\%$$

12) Hallamos los volúmenes absolutos de los agregados:

Vol. Abs. Agregado fino: $0.663 \times 33.14\% = 0.220 \text{ m}^3$

Vol. Abs. Agregado grueso: $0.663 \times 66.86\% = 0.443 \text{ m}^3$

13) Ahora hallamos los pesos secos de los agregados para un m³.

Peso seco de:

Agregado fino: Vol. Abs. Agregado fino x P.e x 1000

Agregado fino: 0.220 x 2.685 x 1000 = 590.700 kg/m³

Agregado grueso: Vol. Abs. Agregado grueso x P.e x 1000

Agregado grueso: 0.443 x 2.641 x 1000 = 1169.963 kg/m³

14) Ordenamos la cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño:

Cemento: 341.952 kg/m³

Agua de diseño: 205 lt/m³

Agregado fino seco: 590.70 kg/m³

Agregado grueso seco: 1169.963 kg/m³

15) Ahora el concreto cuando se usa en obra debe aplicársele una corrección por humedad de los agregados.

Peso húmedo de los agregados:

Peso de ag. fino húmedo: Peso seco de agregado fino x %W

Peso de ag. fino húmedo: 590.70 x 1.0211 = 603.16 kg/m³

Peso de ag. grueso húmedo: Peso seco de agregado grueso x %W

Peso de ag. Grueso húmedo: 1169.963 x 1.0082 = 1179.557 kg/m³

Después procedemos a hacer la corrección del agua de diseño, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Agua efect.} = \text{agua diseño} - \left[\left(\frac{w-\text{abs}}{100} \right) \cdot P_{\text{seco fino}} + \left(\frac{w-\text{abs}}{100} \right) \cdot P_{\text{seco grueso}} \right]$$

$$\text{Agua efect.} = 205 - \left[\left(\frac{2.11-1.282}{100} \right) \cdot 590.7 + \left(\frac{0.81-1.128}{100} \right) \cdot 1169.963 \right]$$

$$\text{Agua efect.} = 205 - (1.171)$$

$$\text{Agua efect.} = 203.829 \text{ lt/m}^3$$

16) Ahora aplicamos la dosificación evaluada previamente.

Dosificación = 1% del peso del cemento (341.952 kg/m³)

Dosificación = 3.420 lt/m³

17) Ahora el agua efectiva reduciendo el 20% será:

$$\text{Agua efectiva} = 203.829 \times 0.8 = 163.063 \text{ lt/m}^3$$

18) Luego hacemos las correcciones correspondientes, entonces obtenemos las cantidades finales que se usarán en obra para un metro cúbico (1 m³):

Cemento: 341.952 kg/m³

Agua efectiva: 163.063 lt/m³

Agregado fino: 603.16 kg/m³

Agregado grueso: 1179.557 kg/m³

Aditivo: 3.420 lt/m³

19) Ahora hallamos las proporciones de los materiales en peso:

Obra:

$$\text{Cemento} = \frac{341.952}{341.952} = 1$$

$$\text{Agua efectiva} = \frac{163.063}{341.952} = 0.477$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{603.16}{341.952} = 1.764$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1179.557}{341.952} = 3.449$$

$$\text{Aditivo} = \frac{3.420}{341.952} = 0.01$$

Entonces tenemos la relación de las proporciones en peso (obra)

1 : 1.764 : 3.449 : 0.477 : 0.01

20) Ahora el peso por tanda de una bolsa de cemento:

$$\text{Cemento} = 1 \times 42.5 \text{ kg} = 42.5 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 0.477 \times 42.5 \text{ kg} = 20.266 \text{ lt/bolsa}$$

$$\text{Agregado fino} = 1.764 \times 42.5 \text{ kg} = 74.97 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 3.449 \times 42.5 \text{ kg} = 146.58 \text{ kg}$$

$$\text{Aditivo} = 0.01 \times 42.5 \text{ kg} = 0.425 \text{ lt/bolsa}$$

21) Luego hallamos también las proporciones de los materiales en volumen:

Diseño:

$$\text{Cemento} = \frac{341.952}{3.05 \times 1000} = 0.1121 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{205}{1 \times 1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{590.70}{2.685 \times 1000} = 0.220 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1169.963}{2.641 \times 1000} = 0.443 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 1 - 0.9871 = 0.0199 \text{ m}^3$$

Relación de las proporciones en volumen de los materiales:

$$\frac{0.1121}{0.1121} : \frac{0.220}{0.1121} : \frac{0.443}{0.1121} : \frac{0.205}{0.1121}$$

1 : 1.963 : 3.952 : 1.829

Obra:

$$\text{Cemento} = \frac{341.952}{3.05 \times 1000} = 0.1121 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = \frac{163.063}{1 \times 1000} = 0.1631 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{603.16}{2.685 \times 1000} = 0.2246 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{1179.557}{2.641 \times 1000} = 0.4466 \text{ m}^3$$

$$\text{Aditivo} = \frac{3.420}{1.06 \times 1000} = 0.0032 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 1 - 0.9871 = 0.0129 \text{ m}^3$$

Relación de las proporciones en volumen de los materiales:

$$\frac{0.1121}{0.1121} : \frac{0.2246}{0.1121} : \frac{0.4466}{0.1121} : \frac{0.1631}{0.1121} : \frac{0.0032}{0.1121}$$

$$\mathbf{1 : 2.004 : 3.984 : 1.455 : 0.029}$$

22) Volumen absoluto de los materiales en pie³:

$$\text{Cemento} = \frac{341.952}{42.5} = 8.05 \text{ pie}^3$$

$$\text{Agua} = 163.063 \text{ lt}$$

$$\text{Ag. Fino} = \frac{603.16}{P.U.S} \times 35.31 = \frac{603.16}{1536.46} \times 35.31 = 13.86 \text{ pie}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = \frac{1179.557}{P.U.S} \times 35.31 = \frac{1179.557}{1395.86} \times 35.31 = 29.84 \text{ pie}^3$$

$$\text{Aditivo} = 3.420 \text{ lt}$$

Relación de las proporciones en volumen de los materiales (pie³)

$$\frac{8.05}{8.05} : \frac{13.86}{8.05} : \frac{29.84}{8.05} : \frac{163.063}{8.05} : \frac{3.420}{8.05}$$

$$\mathbf{1 : 1.72 : 3.71 : 20.266 \text{ lt/bolsa} : 0.425 \text{ lt/bolsa}}$$

23) Cálculos para preparar una tanda de concreto:

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$\text{Volumen} = \frac{\pi}{4} (0.15)^2 \times (0.3)$$

$$\text{Volumen} = 0.0053 \text{ m}^3$$

A este volumen se le agrega el 25% por desperdicio:

$$\text{Volumen} = 0.0053 \text{ m}^3 \times 1.25$$

$$\text{Volumen} = 0.0066 \text{ m}^3$$

Para la elaboración de una tanda de concreto en el trompo mezclador el volumen será:

$$\text{Volumen} = 0.0066 \text{ m}^3 \times 3$$

$$\text{Volumen} = 0.0198 \text{ m}^3$$

Entonces una vez obtenido el volumen total del concreto procedemos a hallar la cantidad en kilogramos para la elaboración de cada tanda:

Cemento:	$341.952 \text{ kg/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 6.771 \text{ kg}$
Agua efectiva:	$163.063 \text{ lt/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 3.229 \text{ lt}$
Agregado fino:	$603.16 \text{ kg/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 11.943 \text{ kg}$
Agregado grueso:	$1179.557 \text{ kg/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 23.355 \text{ kg}$
Aditivo:	$3.420 \text{ lt/m}^3 \times 0.0198 \text{ m}^3 = 0.068 \text{ lt}$

PESO DE LOS MATERIALES OBTENIDOS DEL DISEÑO DE MEZCLA PARA EL CONCRETO PATRÓN DE F'C=210 KG/CM2 CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

MATERIALES	PESO DE LOS MATERIALES POR UNIDAD CÚBICA	PROPORCIÓN EN PESO
CEMENTO	341.952 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	603.16 kg/m ³	1.764
AGREGADO GRUESO	1179.557 kg/m ³	3.449
AGUA EFECTIVA	163.063 lt/m ³	0.477
ADITIVO	3.420 lt/m ³	0.01

5.2) DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA REALIZADO AL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I

Los resultados obtenidos nos proporcionan de información sobre la variación de asentamientos para distintas edades del concreto patrón con cemento inka tipo I (ultrarresistente), para las distintas edades (7 y 28 días) se elaboraron 10 probetas.

Lo presentamos en un cuadro donde se muestran los resultados obtenidos promediados para el ensayo de consistencia.

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto patrón:

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)
	cm	plg		
Probetas a los 7 días	8.5	3 2/5"	205	341.952
Probetas a los 28 días	7.5	3"	205	341.952

Nota: Este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería civil el cual fue realizado bajo sombra.

A continuación, un gráfico del cuadro realizado:

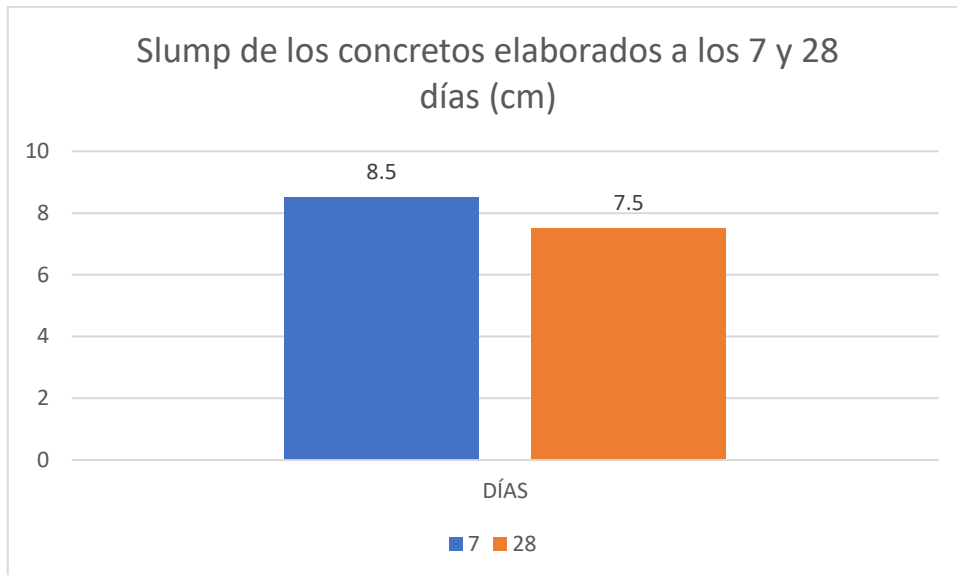


Figura 5.1. Slump por edades del concreto patrón,

- **RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA REALIZADO AL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

Los resultados obtenidos nos proporcionan de información sobre la variación de asentamientos para distintas edades del concreto con el aditivo superplastificante usando cemento inka tipo I (ultrarresistente), para las distintas edades (7 y 28 días) se elaboraron 10 probetas.

Lo presentamos en un cuadro donde se muestran los resultados obtenidos para el ensayo de consistencia.

Resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto con el aditivo superplastificante usando cemento inka tipo I (ultrarresistente):

Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (lt/m ³)
	cm	plg			
7	13.5	5 2/5"	163.063	341.952	3.420
28	13	5 1/5"	163.063	341.952	3.420

Nota: Este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería civil el cual fue realizado bajo sombra.

A continuación, un gráfico del cuadro realizado:

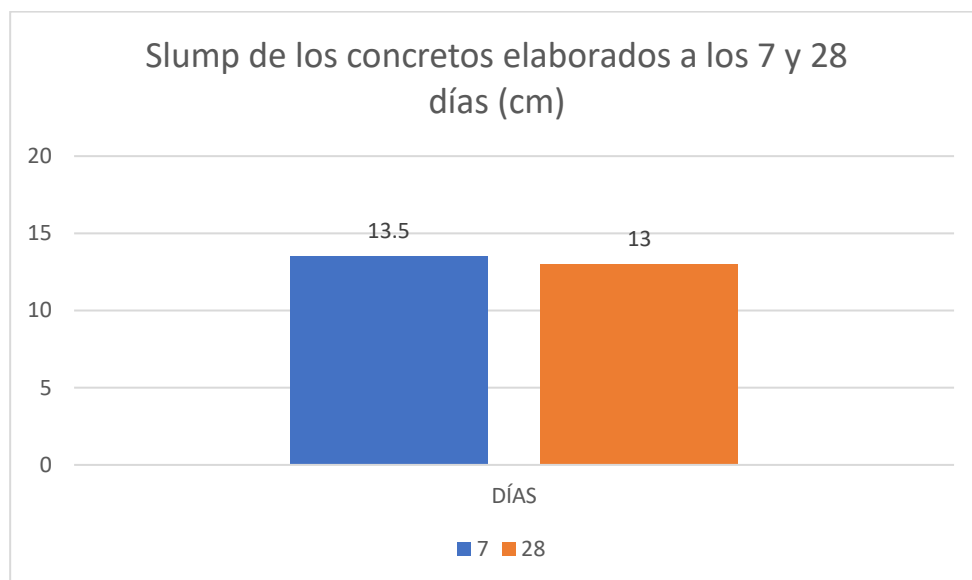


Figura 5.2. Slump por edades del concreto con aditivo

- **RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REALIZADO AL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I**

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión son de probetas a edades de 7 y 28 días, del concreto patrón se elaboraron 10 probetas.

De acuerdo a los resultados podemos concluir que a los 7 días el concreto patrón con cemento Inka tipo I alcanzó el 127.33% (267.40 kg/cm²) de la resistencia a

la compresión según el diseño y a los 28 días se alcanzó el 170.02% (357.05 kg/cm²) de la resistencia a la compresión según el diseño.

A continuación, se muestra el cuadro y gráfico donde se encuentran los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento Inka tipo I realizado:

Tabla 5.1. Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento Inka tipo I a la edad de 7 días

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	28-06-19	05-07-19	15.10	7	46006.06	256.90	Concreto patrón SIN ADITIVO
2	28-06-19	05-07-19	15.08	7	45324.31	253.77	Concreto patrón SIN ADITIVO
3	28-06-19	05-07-19	15.11	7	45511.65	253.81	Concreto patrón SIN ADITIVO
4	28-06-19	05-07-19	15.08	7	50237.63	281.28	Concreto patrón SIN ADITIVO
5	28-06-19	05-07-19	15.07	7	47152.74	264.36	Concreto patrón SIN ADITIVO
6	28-06-19	05-07-19	15.12	7	48176.50	268.31	Concreto patrón SIN ADITIVO
7	28-06-19	05-07-19	15.13	7	48730.79	271.04	Concreto patrón SIN ADITIVO
8	28-06-19	05-07-19	15.07	7	46850.20	262.66	Concreto patrón SIN ADITIVO
9	28-06-19	05-07-19	15.08	7	46679.65	261.36	Concreto patrón SIN ADITIVO
10	28-06-19	05-07-19	15.10	7	47874.86	267.34	Concreto patrón SIN ADITIVO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Tabla 5.2. Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento Inka tipo I a la edad de 28 días

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm²)	Descripción
1	09-05-19	06-06-19	15.12	28	53889.95	327.77	Concreto patrón SIN ADITIVO
2	09-05-19	06-06-19	15.09	28	58851.35	301.33	Concreto patrón SIN ADITIVO
3	09-05-19	06-06-19	15.10	28	66503.45	371.36	Concreto patrón SIN ADITIVO
4	09-05-19	06-06-19	15.11	28	68687.04	383.05	Concreto patrón SIN ADITIVO
5	09-05-19	06-06-19	15.10	28	59123.95	330.16	Concreto patrón SIN ADITIVO
6	09-05-19	06-06-19	15.08	28	64958.06	363.70	Concreto patrón SIN ADITIVO
7	09-05-19	06-06-19	15.13	28	65514.16	364.39	Concreto patrón SIN ADITIVO
8	09-05-19	06-06-19	15.09	28	67286.35	376.23	Concreto patrón SIN ADITIVO
9	09-05-19	06-06-19	15.10	28	64206.46	358.54	Concreto patrón SIN ADITIVO
10	09-05-19	06-06-19	15.00	28	61944.39	350.53	Concreto patrón SIN ADITIVO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Ahora haremos un gráfico en el cual podremos apreciar mejor los resultados:

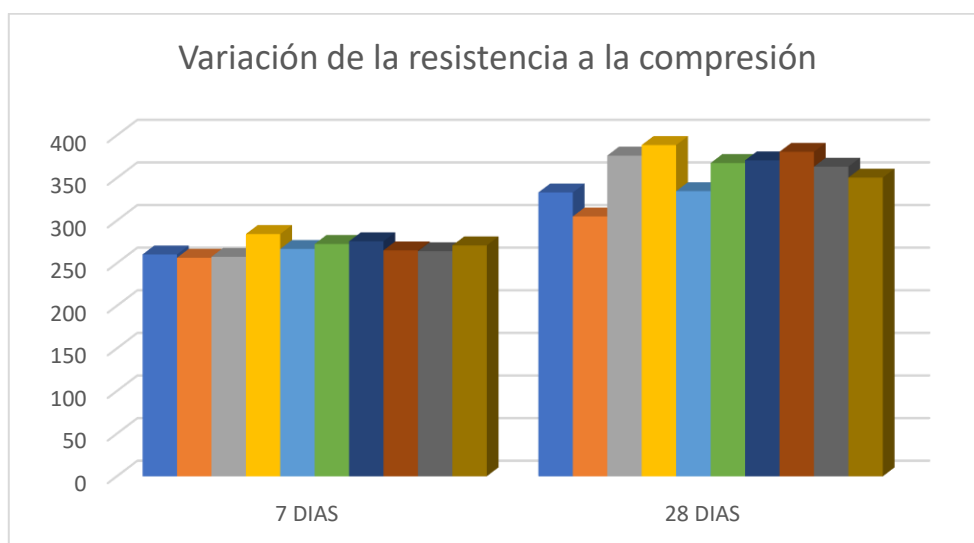


Figura 5.3. Variación de la resistencia a la compresión del concreto patrón a la edad de 7 y 28 días

Ahora mostramos los resultados de la resistencia a la compresión promedio (promedio de 10 probetas) obtenidos para las edades de 7 y 28 días:

Tabla 5.3. Ensayo de resistencia a la compresión promedio del concreto patrón con cemento Inka tipo I

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO F'C=210 KG/CM2 CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
28-06-19	05-07-19	7	267.40	Concreto patrón
09-05-19	06-06-19	28	357.05	Concreto patrón

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

- **RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REALIZADO AL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

Los resultados del ensayo de resistencia a la compresión son de probetas a edades de 7 y 28 días, del concreto con el aditivo superplastificante se elaboraron 10 probetas.

De acuerdo a los resultados podemos concluir que a los 7 días el concreto con aditivo superplastificante con cemento Inka tipo I alcanzó el 109.64% (230.24 kg/cm²) de la resistencia a la compresión según el diseño y a los 28 días se alcanzó el 142.98% (300.26 kg/cm²) de la resistencia a la compresión según el diseño.

A continuación, se muestra el cuadro y gráfico donde se encuentran los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión del concreto con aditivo superplastificante con cemento Inka tipo I realizado:

Tabla 5.4. Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo superplastificante con cemento Inka tipo I a la edad de 7 días

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	01-07-19	08-07-19	15.12	7	41155.80	229.21	Concreto patrón CON ADITIVO
2	01-07-19	08-07-19	15.08	7	40322.10	225.76	Concreto patrón CON ADITIVO
3	01-07-19	08-07-19	15.11	7	39559.61	220.61	Concreto patrón CON ADITIVO
4	01-07-19	08-07-19	15.00	7	41796.27	236.52	Concreto patrón CON ADITIVO
5	01-07-19	08-07-19	15.13	7	40930.82	227.66	Concreto patrón CON ADITIVO
6	01-07-19	08-07-19	15.08	7	41477.40	232.23	Concreto patrón CON ADITIVO
7	01-07-19	08-07-19	15.10	7	40601.51	226.72	Concreto patrón CON ADITIVO
8	01-07-19	08-07-19	15.12	7	39364.56	219.24	Concreto patrón CON ADITIVO
9	01-07-19	08-07-19	15.08	7	41686.50	233.40	Concreto patrón CON ADITIVO

10	01-07-19	08-07-19	15.10	7	39965.57	223.17	Concreto patrón CON ADITIVO
----	----------	----------	-------	---	----------	--------	-----------------------------

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Tabla 5.5. Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo superplastificante con cemento Inka tipo I a la edad de 28 días

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	04-06-19	02-07-19	15.12	28	52402.17	291.85	Concreto patrón CON ADITIVO
2	04-06-19	02-07-19	15.10	28	49306.85	275.34	Concreto patrón CON ADITIVO
3	04-06-19	02-07-19	15.13	28	52747.35	293.38	Concreto patrón CON ADITIVO
4	04-06-19	02-07-19	15.09	28	53082.10	296.81	Concreto patrón CON ADITIVO
5	04-06-19	02-07-19	15.07	28	57529.12	322.53	Concreto patrón CON ADITIVO
6	04-06-19	02-07-19	15.00	28	56921.31	322.11	Concreto patrón CON ADITIVO
7	04-06-19	02-07-19	15.10	28	48256.79	269.47	Concreto patrón CON ADITIVO
8	04-06-19	02-07-19	15.12	28	51470.04	286.66	Concreto patrón CON ADITIVO
9	04-06-19	02-07-19	15.08	28	55139.15	308.72	Concreto patrón CON ADITIVO
10	04-06-19	02-07-19	15.10	28	53742.99	300.11	Concreto patrón CON ADITIVO

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

Ahora haremos un gráfico en el cual podremos apreciar mejor los resultados:

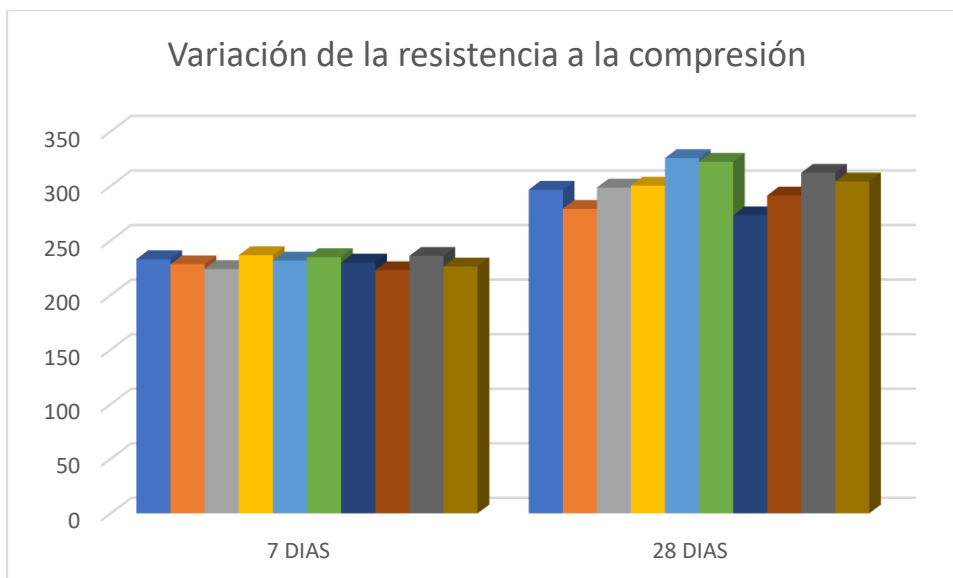


Figura 5.4. Variación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo superplastificante a la edad de 7 y 28 días

Ahora mostramos los resultados de la resistencia a la compresión promedio (promedio de 10 probetas) obtenidos para las edades de 7 y 28 días:

Tabla 5.6. Ensayo de resistencia a la compresión promedio del concreto con aditivo superplastificante con cemento Inka tipo I

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO F'C=210 KG/CM2 CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE CON CEMENTO INKA TIPO I				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
01-07-19	08-07-19	7	230.24	Concreto con aditivo
04-06-19	02-07-19	28	300.26	Concreto con aditivo

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

**- ANÁLISIS DE ENSAYO DE CONSISTENCIA REALIZADO AL
CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I**

Cuando analizamos los resultados del ensayo de consistencia realizado al concreto patrón con cemento Inka tipo I notamos que el asentamiento se encuentra dentro de los límites de diseño que son 3"-4" (como lo vimos en la figura 10.1)

Para alcanzar la consistencia deseada hay que hacer un buen control del contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados, ya que esto altera nuestra agua efectiva que usamos en obra, ya que la cantidad de agua es el factor más importante en el ensayo de consistencia.

Tuvimos que tener en cuenta que los componentes de este cemento (cemento Inka ultrarresistente tipo I) influyen en la consistencia, por ello al ser un cemento que alcanza resistencias a la compresión altas debido a la adición de microfiller calizo, se debe tener un control adecuado ya que da muestras de querer segregarse.

- ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA REALIZADO AL CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Realizamos el análisis comparativo del ensayo de consistencia entre el concreto patrón y el concreto con aditivo superplastificante (dosificación 1% del peso del cemento).

De acuerdo al ensayo realizado para el concreto patrón y el concreto con aditivo superplastificante podemos concluir de que el aditivo superplastificante influye de manera positiva en la elaboración del concreto en la provincia de Ica, sin embargo de acuerdo a los ensayos realizados previamente de los cuales se habló en capítulos anteriores, debe haber un buen control del aditivo superplastificante, ya que genera una segregación muy baja, pero si no se dosifica correctamente la segregación es de media a alta.

A continuación, presentamos el cuadro comparativo:

Tabla 5.7. Análisis comparativo de ensayo de consistencia

Descripción	Edades (días)	Slump		Agua efectiva (lt/m ³)	Cemento (kg/m ³)
		cm	plg		
Concreto patrón	7	8.5	3 2/5"	205	341.952
Concreto con aditivo	7	13.5	5 2/5"	163.063	341.952
Concreto patrón	28	7.5	3"	205	341.952

Concreto con aditivo	28	13	5 1/5"	163.063	341.952
----------------------	----	----	--------	---------	---------

Fuente: Elaboración propia

Nota: Este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería civil el cual fue realizado bajo sombra.

Entonces vemos que el aditivo superplastificante a pesar que reduce el 20% del agua efectiva (reduciendo su $R_{a/c}$), aumenta el asentamiento en aproximadamente 2", lo cual hace más trabajable la mezcla.

A continuación, un cuadro de la consistencia del concreto patrón y el concreto con aditivo superplastificante usando cemento Inka tipo I.

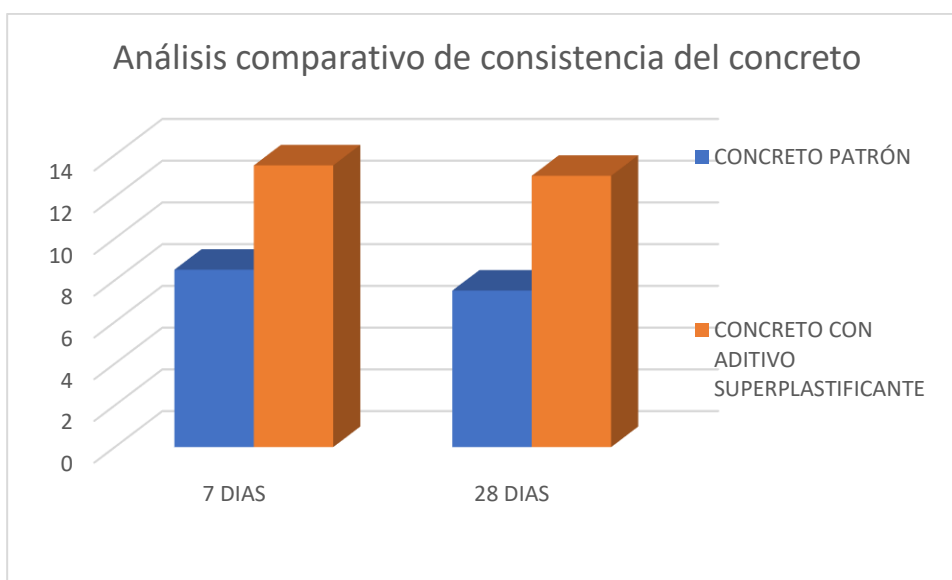


Figura 5.5. Análisis comparativo de consistencia del concreto

- INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA REALIZADO AL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I

El asentamiento obtenido del concreto patrón nos indica que la mezcla realizada (con una relación agua-cemento = 0.596) tiene una consistencia plástica (3"-4"), lo cual lo vuelve trabajable, por ello su uso en la provincia de Ica para el diseño de alguna estructura que se requiera un concreto de consistencia plástica es recomendable.

- INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA REALIZADO AL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

El asentamiento obtenido del concreto con el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110 PE con una proporción de 1% del peso del cemento reduciendo 20% del agua efectiva es aproximadamente 5 2/5” lo cual vuelve al concreto en un concreto fluido y óptimo para ser usado en la provincia de Ica, el único inconveniente que presenta es que al realizar el ensayo de consistencia se puede observar ciertos rasgos de segregación, por lo cual un mal uso y mala dosificación de este aditivo ocasionaría perjuicio a la mezcla.

Al usar el aditivo en su dosificación media (1.5% del peso del cemento) reduciendo agua en un 10% ocurre segregación alta, lo cual lo vuelve en un concreto inservible.

También al usar la misma dosificación media mencionada anteriormente, pero sin reducir agua ocurre segregación alta, lo cual también lo convierte en un concreto inservible.

Por ello si se quiere usar este aditivo superplastificante siguiendo los criterios de diseño de mezcla comunes (como se hace en la provincia de Ica) se recomienda que sea en la dosificación mínima (1% del peso del cemento) y reduciendo 20% del agua efectiva.

- ANÁLISIS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REALIZADO AL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I

Cuando analizamos el ensayo de resistencia a la compresión realizado al concreto patrón con cemento Inka tipo I podemos ver que la resistencia a la compresión tanto a los 7 días como a los 28 días con respecto al diseño que es 210 kg/cm² son demasiados altos, por lo cual también analizando trabajos de investigación (como los mencionados en el capítulo I de la presente tesis de investigación), podemos observar que la resistencia a la compresión que se obtiene con este cemento Inka tipo Ico ultrarresistente es más elevado que la resistencia a

la compresión que se obtiene con los otros cementos estudiados, a pesar de tener una relación a/c mayor.

Por lo cual vemos que la adición de microfiller calizo en este cemento es en esta manera positiva, pero por los ensayos de consistencia realizados vemos que ayuda en parte a la segregación del concreto.

- ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REALIZADO AL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

Ahora comparamos la resistencia a la compresión que tenemos del concreto patrón con el concreto con aditivo superplastificante:

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO F'C=210 KG/CM2 CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I Y CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE				
FECHA TESTIGO	FECHA ENSAYO	EDAD (DIAS)	COMPRESIÓN MÁX.(KG/CM2)	DESCRIPCIÓN
28-06-19	05-07-19	7	267.40	Concreto patrón
01-07-19	08-07-19	7	230.24	Concreto con aditivo
09-05-19	06-06-19	28	357.05	Concreto patrón
04-06-19	02-06-19	28	300.26	Concreto con aditivo

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la FIC

A continuación, mostramos un gráfico del análisis comparativo del ensayo de resistencia a la compresión promedio:

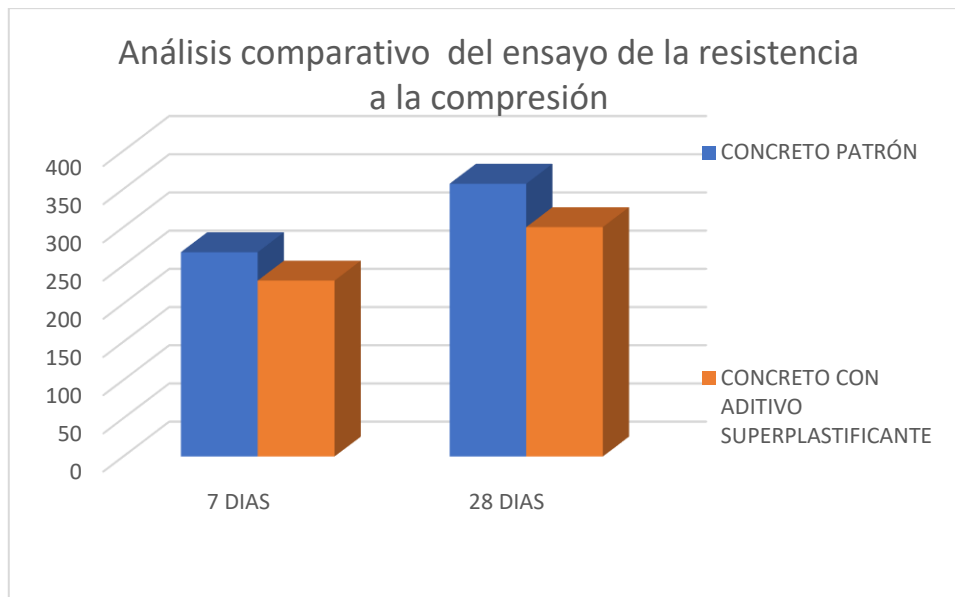


Figura 5.6. Análisis comparativo de resistencia a la compresión del concreto

- **INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REALIZADO AL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I**

Después de analizar el ensayo de resistencia a la compresión podemos concluir que a los 7 días el concreto patrón con cemento Inka tipo I alcanzó una resistencia a la compresión mucho mayor que la del diseño, expresada en porcentaje (tomando la resistencia de diseño 210 kg/cm² como el 100%) es mayor en un 127.33% (267.40 kg/cm²) y a los 28 días alcanzó una resistencia a la compresión mucho mayor que la del diseño también, si lo expresamos en porcentaje es mayor en un 170.02% (357.05 kg/cm²),

El concreto patrón superó la resistencia a la compresión de diseño (210 kg/cm²) mucho, por lo cual se concluye que el cemento Inka tipo I ultrarresistente tiene propiedades de aumentar la resistencia a la compresión.

Por ello se procedió a elaborar un DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN con cemento Inka tipo I ultrarresistente para un resultado EXACTO de 210 kg/cm².

NUEVO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO
INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE) $f'c=210$ kg/cm²

CEMENTO INKA TIPO Ico	: 288.73 kg/m ³
AGREGADO FINO (seco)	: 644.4 kg/m ³
AGREGADO GRUESO (seco)	: 1162.04 kg/m ³
AGUA	: 205 lt/m ³

Características de la mezcla

Relación a/c	:	0.71
Asentamiento	:	3"-4"
Densidad	:	2300 kg/m ³
PROPORCION EN PESO (diseño)	:	1: 2.232 : 4.025
PROPORCION EN PESO (obra)	:	1: 2.280 : 4.058
PROPORCION EN VOLUMEN (diseño)	:	1: 2.526 : 4.632 : 30.18
lt/bolsa		
PROPORCION EN VOLUMEN (obra)	:	1: 2.579 : 4.674 : 29.92
lt/bolsa		

Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento (obra)

Cemento:	1 bolsa
Agregado fino:	96.9 kg
Agregado grueso:	172.47 kg
Agua:	29.92 lt/bolsa

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	19-12-19	26-07-19	15.14	7	29857.16	165.85	Concreto patrón SIN ADITIVO
2	19-12-19	26-07-19	15.09	7	29278.23	163.71	Concreto patrón SIN ADITIVO
3	19-12-19	26-07-19	15.20	7	28907.18	159.30	Concreto patrón SIN ADITIVO
4	19-12-19	26-07-19	15.15	7	29421.65	163.21	Concreto patrón SIN ADITIVO
5	19-12-19	26-07-19	15.10	7	28619.52	159.82	Concreto patrón SIN ADITIVO
6	19-12-19	26-07-19	15.12	7	28879.35	160.84	Concreto patrón SIN ADITIVO

El resultado promedio de resistencia a la compresión del concreto patrón sin aditivo es 162.12 kg/cm², ahora según los ensayos anteriores, a los 7 días el concreto con cemento Inka tipo I ultrarresistente a los 7 días adquiere 75% del “f’c 28 días”, entonces la proyección de resistencia a la compresión promedio de nuestro concreto patrón sin aditivo a los 28 días es de 216.16 kg/cm², el cual representa un mínimo incremento de 3% con respecto a la resistencia diseñada.

- **INTERPRETACIÓN DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REALIZADO AL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

Habiendo analizado los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con el aditivo superplastificante podemos concluir en que el aditivo superplastificante ayuda a aumentar la resistencia a la compresión de diseño (tomando la resistencia de diseño 210 kg/cm² como el 100%), es mayor en un 109.64% (230.24 kg/cm²) a los 7 días y es mayor en un 142.98% (300.26 kg/cm²) a los 28 días.

El concreto con aditivo superó la resistencia a la compresión de diseño (210 kg/cm²). Por ello se procedió a elaborar un DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO con cemento Inka tipo I ultrarresistente con el aditivo SUPERPLASTIFICANTE SIKA VISCOCRETE-1110 PE, para un resultado EXACTO de 210 kg/cm², por ello habiendo ya evaluado distintas dosificaciones del aditivo y viendo que cuando se usa una dosificación mayor a 1%, procedí a buscar una solución usando el 1%, llegando a usar el 1% y manteniendo constante la relación agua-cemento.

NUEVO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO Y
CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE) $f'c=210$ kg/cm²/ DOSIS
DE ADITIVO 425 ML/BOLSA

CEMENTO INKA TIPO Ico	: 288.73 kg/m ³
AGREGADO FINO (seco)	: 644.4 kg/m ³
AGREGADO GRUESO (seco)	: 1162.04 kg/m ³
AGUA	: 205 lt/m ³
ADITIVO	: 3.420 lt/m ³

Características de la mezcla

Relación a/c	:	0.71
Asentamiento	:	3"-4"
Densidad	:	2304 kg/m ³
PROPORCION EN PESO (diseño)	:	1: 2.232 : 4.025
PROPORCION EN PESO (obra)	:	1: 3.395 : 6.049
PROPORCION EN VOLUMEN (diseño)	:	1: 2.526 : 4.632 : 30.18
lt/bolsa		
PROPORCION EN VOLUMEN (obra)	:	1: 3.886 : 7.029 : 29.92
lt/bolsa		

Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento (obra)

Cemento:	1 bolsa
Agregado fino:	144.29 kg
Agregado grueso:	257.08 kg
Agua:	29.92 lt/bolsa

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

DATO ADICIONAL: Reducción de agua en un 25%.

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	19-12-19	26-07-19	15.08	7	30198.75	169.08	Concreto CON ADITIVO
2	19-12-19	26-07-19	15.05	7	30531.34	171.63	Concreto CON ADITIVO
3	19-12-19	26-07-19	15.17	7	30634.22	169.49	Concreto CON ADITIVO
4	19-12-19	26-07-19	15.13	7	29871.03	166.14	Concreto CON ADITIVO
5	19-12-19	26-07-19	15.09	7	30178.52	168.74	Concreto CON ADITIVO
6	19-12-19	26-07-19	15.1	7	31387.93	175.27	Concreto CON ADITIVO

El resultado promedio de resistencia a la compresión del concreto patrón sin aditivo es 170.06 kg/cm², ahora según los ensayos anteriores, a los 7 días el concreto con cemento Inka tipo I ultrarresistente con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE a los 7 días adquiere 77% del “f’c 28 días”, entonces la proyección de resistencia a la compresión promedio de nuestro concreto con aditivo a los 28 días es de 220.86 kg/cm², el cual representa un mínimo incremento de 5% con respecto a la resistencia diseñada.

- **ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I**

El módulo de elasticidad del nuevo concreto patrón con cemento Inka tipo I a los 7 días es:

El peso unitario del concreto patrón es: 2300 kg/m³

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000 \sqrt{f'c}$$

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000 \sqrt{267.40}$$

$$E_c = 245.285,55 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de elasticidad del concreto patrón con cemento Inka ultrarresistente tipo Ico a los 28 días es:

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000 \sqrt{f'c}$$

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000 \sqrt{357.05}$$

$$E_c = 283.436,50 \text{ kg/cm}^2$$

- **INTERPRETACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I**

El módulo de elasticidad del concreto es la resistencia que tiene el concreto a deformarse, por lo común se suele asumir que es $2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ pero al hallar nuestro módulo de elasticidad a los 7 días y 28 días sus valores son más altos, por lo cual el cemento Inka tipo I proporciona de una alta resistencia a la deformación al concreto en la provincia de Ica.

- **ANÁLISIS DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

El módulo de elasticidad del nuevo concreto con cemento inka ultrarresistente tipo Ico y con aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE a los 7 días es:

El peso unitario del concreto con aditivo es: 2304 kg/m³

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000\sqrt{230.24}$$

$$E_c = 227.604,92 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de elasticidad del concreto patrón con cemento Inka tipo I a los 28 días es:

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000\sqrt{300.26}$$

$$E_c = 259.920,18 \text{ kg/cm}^2$$

- **INTERPRETACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO CON EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

El módulo de elasticidad del concreto es la resistencia que tiene el concreto a deformarse, por lo común se suele asumir que es $2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, pero al hallar nuestro módulo de elasticidad a los 7 días y 28 días sus valores son más altos, el peso unitario del concreto y módulo de elasticidad es mayor usando el aditivo sika visocrete 1110 PE, por ello el aditivo superplastificante proporciona de una mejor resistencia a la deformación al concreto en la provincia de Ica.

De acuerdo a nuestros nuevos diseños de mezcla, el módulo de elasticidad es:

Módulo de elasticidad de concreto patrón (28 días):

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000\sqrt{216.16} = 220.535,71$$

Módulo de elasticidad de concreto con aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE (28 días):

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15000\sqrt{220.86} = 222.920,39$$

**- ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO PARA EL CONCRETO
PATRÓN SIN ADITIVO**

Analizamos el costo unitario para el concreto patrón sin aditivo con cemento Inka tipo I (ultrarresistente) para una unidad cúbica de concreto.

CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE)					
Materiales	Und.	Cant.	P.unitario	P.Parcial	Total
Cemento Inka tipo I (ultrarresistente)	Bls.	8.05	21	169.05	
Agregado fino	m ³	0.220	25	5.5	
Agregado grueso	m ³	0.443	35	15.51	
Agua	m ³	0.205	8	1.64	
Costo total por	m ³				S/.191.70

NUEVO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE)					
Materiales	Und.	Cant.	P.unitario	P.Parcial	Total
Cemento Inka tipo I (ultrarresistente)	Bls.	6.79	21	142.59	
Agregado fino	m ³	0.240	25	6	
Agregado grueso	m ³	0.440	35	15.4	
Agua	m ³	0.205	8	1.64	
Costo total por	m ³				S/.165.63

**- ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO PARA EL CONCRETO CON
EL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

Analizamos el costo unitario para el concreto con aditivo superplastificante sika viscocrete 1110 PE y con el cemento Inka tipo I (ultrarresistente) para una unidad cúbica de concreto.

CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE CON CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE)					
Materiales	Und.	Cant.	P.unitario	P.Parcial	Total
Cemento Inka tipo I (ultrarresistente)	Bls.	8.05	21	169.05	
Agregado fino	m ³	0.220	25	5.5	
Agregado grueso	m ³	0.443	35	15.51	
Agua	m ³	0.163	8	1.31	
Aditivo sika viscocrete 1110 PE	Lt	3.42	10	34.2	
Costo total por	m ³				S/.225.60

NUEVO DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKA VISCOCRETE-1110 PE CON CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE)					
Materiales	Und.	Cant.	P.unitario	P.Parcial	Total
Cemento Inka tipo I (ultrarresistente)	Bls.	5.05	21	106.05	
Agregado fino	m ³	0.266	25	6.65	
Agregado grueso	m ³	0.488	35	17.08	
Agua	m ³	0.153	8	0.20	
Aditivo sika viscocrete 1110 PE	Lt	2.15	10	21.5	
Costo total por	m ³				S/.151.48

Ahora al evaluar los costos podemos ver que para 1 m³ de concreto patrón gastamos S/.191.70 y para 1 m³ de concreto con el aditivo superplastificante (usado a una dosificación de 1% del peso del cemento y reduciendo 20% del agua efectiva) S/.225.60, lo cual es una diferencia de S/.33.90, y al evaluar las mejoras que proporciona el aditivo superplastificante a la mezcla, vemos que este pago no

es justificado, ya que solo mejora la trabajabilidad del concreto en la provincia de Ica.

De acuerdo a los **nuevos diseños de mezcla** tenemos que para 1 m³ de concreto patrón gastamos S/.165.63 y para 1 m³ de concreto con el aditivo superplastificante (usado a una dosificación de 1% del peso del cemento y reduciendo 25% del agua efectiva) S/.151.48, lo cual es una diferencia de S/.14.15, entonces vemos que el concreto con aditivo en cuanto a resistencia a la compresión es mínimamente mejor, y en cuanto a precio es más beneficioso.

CAPITULO VI

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

6.1) CONSTATACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

La influencia del aditivo superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas incide de acuerdo a la cantidad usada de este en la calidad del concreto en la provincia de Ica

6.2) CONSTATACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La cantidad de agua usada con el cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE sí influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- El nivel de consistencia del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE sí influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- El nivel de resistencia a la compresión del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete-1110 PE influye positivamente en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- El módulo de elasticidad del concreto usando cemento Inka ultrarresistente tipo Ico con el aditivo superplastificante Sika Viscocrete – 1110 PE sí influye en la calidad del concreto en la provincia de Ica.
- Los recursos económicos sí influyen en la calidad del concreto en la provincia de Ica.

CONCLUSIONES

- En cuanto a la cantidad de agua, el contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados tienen un rol importante al momento de determinar la cantidad de agua para la mezcla de concreto. Por lo cual la cantidad de agua influye en la calidad de concreto en la provincia de Ica.
- En cuanto al nivel de consistencia, el concreto elaborado usando el aditivo superplastificante sikaviscoconcrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento) y reduciendo la cantidad de agua en un 20% con cemento Inka tipo Ico (ultrarresistente) nos permite obtener un concreto de mayor trabajabilidad en comparación con el concreto patrón en la provincia de Ica.
- En cuanto al nivel de resistencia a la compresión, el concreto elaborado usando el aditivo superplastificante sikaviscoconcrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento), reduciendo la cantidad de agua en un 25% con cemento Inka tipo Ico ultrarresistente y manteniendo constante la relación a/c nos da un concreto con mayor resistencia a la compresión (mínimamente) en comparación con el concreto patrón en la provincia de Ica. Si elaboramos concreto usando el aditivo superplastificante sikaviscoconcrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento) y reduciendo la cantidad de agua en un 20% con cemento Inka tipo Ico (ultrarresistente) nos da un concreto con menor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón en la provincia de Ica.
- El módulo de elasticidad del concreto con aditivo superplastificante (1% del peso del cemento), reduciendo la cantidad de agua en un 25% con cemento Inka tipo Ico ultrarresistente y manteniendo constante la relación a/c es mejor que usando el concreto patrón. La alta resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento Inka tipo Ico (ultrarresistente) influye positivamente en el módulo de elasticidad, lo cual se traduce en un concreto con mayor resistencia a la deformación

que el concreto con aditivo superplastificante sika viscoconcrete 1110 PE con una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua.

- En lo referente a los costos, el precio por el uso del aditivo superplastificante sika viscoconcrete 1110 PE con una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua con respecto a lo que le proporciona a la calidad del concreto en la provincia de Ica influye de manera negativa en los recursos económicos. Usar el aditivo superplastificante sikaviscoconcrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento), reduciendo la cantidad de agua en un 25% con cemento Inka tipo Ico ultrarresistente y manteniendo constante la relación a/c nos da un concreto más barato.

RECOMENDACIONES

- Seleccionar agregados que cumplan con las características especificadas en las normas.
- Usar el aditivo superplastificante sika visocrete 1110-PE en su dosificación 1% para mejorar la trabajabilidad del concreto.
- Usar el aditivo superplastificante sika visocrete 1110-PE en su dosificación 1%, reduciendo 25% de la cantidad de agua y manteniendo constante la relación a/c para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. No usar el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE en su dosificación 1% por su disminución de resistencia a la compresión.
- Usar el aditivo superplastificante sika visocrete 1110-PE en su dosificación 1%, reduciendo 25% de la cantidad de agua y manteniendo constante la relación a/c para mejorar el módulo de elasticidad del concreto. Usar el concreto patrón para obtener un mayor módulo de elasticidad con respecto al concreto con aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE con una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua.
- Invertir dinero en el aditivo superplastificante sika visocrete 1110-PE en su dosificación 1%, reduciendo 25% de la cantidad de agua y manteniendo constante la relación a/c. No invertir dinero en el aditivo superplastificante sika visocrete 1110-PE si se le desea añadir al concreto patrón en una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua en la provincia de Ica.

CUADRO COMPARATIVO:

CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p>-En cuanto a la cantidad de agua, el contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados tienen un rol importante al momento de determinar la cantidad de agua para la mezcla de concreto. Por lo cual la cantidad de agua influye en la calidad de concreto en la provincia de Ica.</p> <p>-En cuanto al nivel de consistencia, el concreto elaborado usando el aditivo superplastificante sikaviscocrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento) y reduciendo la cantidad de agua en un 20% con cemento Inka tipo Ico (ultrarresistente) nos permite obtener un concreto de mayor trabajabilidad en comparación con el concreto patrón en la provincia de Ica.</p> <p>-En cuanto al nivel de resistencia a la compresión, el concreto elaborado usando el aditivo superplastificante sikaviscocrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento), reduciendo la cantidad de agua en un 25% con cemento Inka tipo Ico ultrarresistente y manteniendo constante la relación a/c nos da un concreto con mayor resistencia a la compresión (mínimamente) en comparación con el concreto patrón en la provincia de Ica. Si elaboramos concreto usando el aditivo superplastificante sikaviscocrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento) y reduciendo la cantidad de agua en un 20% con cemento Inka tipo Ico (ultrarresistente) nos da un concreto con menor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón en la provincia de Ica.</p>	<p>-Seleccionar agregados que cumplan con las características especificadas en las normas.</p> <p>-Usar el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110-PE en su dosificación 1% para mejorar la trabajabilidad del concreto.</p> <p>-Usar el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110-PE en su dosificación 1%, reduciendo 25% de la cantidad de agua y manteniendo constante la relación a/c para mejorar la resistencia a la compresión del concreto. No usar el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110 PE en su dosificación 1% por su disminución de resistencia a la compresión.</p>

<p>-El módulo de elasticidad del concreto con aditivo superplastificante (1% del peso del cemento), reduciendo la cantidad de agua en un 25% con cemento Inka tipo Ico ultrarresistente y manteniendo constante la relación a/c es mejor que usando el concreto patrón. La alta resistencia a la compresión del concreto patrón con cemento Inka tipo Ico (ultrarresistente) influye positivamente en el módulo de elasticidad, lo cual se traduce en un concreto con mayor resistencia a la deformación que el concreto con aditivo superplastificante sika viscocrete 1110 PE con una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua.</p>	<p>-Usar el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110-PE en su dosificación 1%, reduciendo 25% de la cantidad de agua y manteniendo constante la relación a/c para mejorar el módulo de elasticidad del concreto. Usar el concreto patrón para obtener un mayor módulo de elasticidad con respecto al concreto con aditivo superplastificante sika viscocrete 1110 PE con una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua.</p>
<p>-En lo referente a los costos, el precio por el uso del aditivo superplastificante sika viscocrete 1110 PE con una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua con respecto a lo que le proporciona a la calidad del concreto en la provincia de Ica influye de manera negativa en los recursos económicos. Usar el aditivo superplastificante sikaviscocrete 1110 PE en su dosificación mínima como superplastificante (1% del peso del cemento), reduciendo la cantidad de agua en un 25% con cemento Inka tipo Ico ultrarresistente y manteniendo constante la relación a/c nos da un concreto más barato.</p>	<p>-Invertir dinero en el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110-PE en su dosificación 1%, reduciendo 25% de la cantidad de agua y manteniendo constante la relación a/c. No invertir dinero en el aditivo superplastificante sika viscocrete 1110-PE si se le desea añadir al concreto patrón en una dosificación de 1% y reduciendo 20% cantidad de agua en la provincia de Ica.</p>

FUENTES DE INFORMACIÓN

- **Pasquel, E. (1998).** “Tópico de tecnología del concreto”. (2ª ed.). Lima, Perú.
- **Rivva, E. (2010).** “Naturaleza y materiales del concreto”. (2ª ed.). Lima, Perú: Capital Peruano.
- **Rivva, E. (2010).** “Diseño de mezclas”. Lima, Perú: Capital Peruano.
- **Viacava, J. (2004).** “El concreto en climas extremos”. Lima, Perú.
- **Keyser, K. (1979).** “Ciencia de materiales para ingeniería”. México: Limusa.
- **TECNOLOGÍA DEL CONCRETO,** Varios autores – ACI
- **EL CONCRETO EN LA OBRA,** Instituto mexicano del cemento y del concreto

ANEXOS

EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES

SOLICITADO POR: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: "INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA".

UBICACIÓN: ICA – ICA – ICA

ANÁLISIS DEL AGREGADO GRUESO

CANTERA: PALOMINO
P.E: 2.641 gr/cm³
HUMEDAD: 0.81%
%ABSORCIÓN: 1.128%
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO: 1395.86 kg/m³
PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO: 1545.41 kg/m³

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:

PESO TOTAL DE LA MUESTRA: 5000 GR

Malla o Tamices	Peso Retenido (gr.)	%Retenido	%Que Pasa	%Retenido Acumulado
2"	0	0	100	0
1 1/2"	0	0	100	0
1"	0	0	100	0
3/4"	31.0 gr	0.62	99.38	0.62
1/2"	1500.2 gr	30.00	69.38	30.62
3/8"	1262.6 gr	25.25	44.13	55.87
N°4	2080.8 gr	41.62	2.51	97.49
FONDO	125.4 gr	2.51	0	100
	Σ =5000 gr	100%		

TMN: 3/4"

MÓDULO DE FINEZA: 6.54

EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES

SOLICITADO POR: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”.

UBICACIÓN: ICA – ICA – ICA

ANÁLISIS DEL AGREGADO FINO

CANTERA: PALOMINO
P.E: 2.685 gr/cm³
HUMEDAD: 2.11%
% ABSORCIÓN: 1.282%
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO: 1536.46 kg/m³
PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO: 1637.14 kg/m³

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:

PESO TOTAL DE LA MUESTRA: 1000 GR

Malla o Tamices	Peso Retenido	%Retenido	%Que Pasa	% Retenido Acumulado
N°4	3.3 gr	0.33	99.67	0.33
N°8	9.7 gr	0.97	98.70	1.3
N°16	44.8 gr	4.48	94.22	5.78
N°30	251.5 gr	25.15	69.07	30.93
N°50	552.3 gr	55.23	13.84	86.16
N°100	130.7 gr	13.07	0.77	99.23
N°200	7.5 gr	0.75	0.02	99.98
FONDO	0.2gr	0.02	0	100
	Σ =1000 gr			

MÓDULO DE FINEZA: 2.2373

1) DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA
TIPO I (ULTRARESISTENTE) $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO INKA TIPO Ico	: 341.952 kg/m ³
AGREGADO FINO (seco)	: 590.70 kg/m ³
AGREGADO GRUESO (seco)	: 1169.963 kg/m ³
AGUA	: 205 lt/m ³

Características de la mezcla

Relación a/c	:	0.5995
Asentamiento	:	3"-4"
Densidad	:	2308 kg/m ³
PROPORCION EN PESO (diseño)	:	1: 1.727 : 3.421
PROPORCION EN PESO (obra)	:	1: 1.764 : 3.449
PROPORCION EN VOLUMEN (diseño)	:	1: 1.963: 3.952 : 25.48 lt/bolsa
PROPORCION EN VOLUMEN (obra)	:	1: 2.004 : 3.984 : 25.33 lt/bolsa

Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento (obra)

Cemento:	1 bolsa
Agregado fino:	74.97 kg
Agregado grueso:	146.58 kg
Agua:	25.33 lt/bolsa

2) DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO Y CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE) $f'c=210$ kg/cm²/ DOSIS DE ADITIVO 425 ML/BOLSA

CEMENTO INKA TIPO Ico	: 341.952 kg/m ³
AGREGADO FINO (seco)	: 590.70 kg/m ³
AGREGADO GRUESO (seco)	: 1169.963 kg/m ³
AGUA	: 205 lt/m ³
ADITIVO	: 3.420 lt/m ³

Características de la mezcla

Relación a/c	: 0.5995
Asentamiento	: 3"-4"
Densidad	: 2308 kg/m ³
PROPORCION EN PESO (diseño)	: 1: 1.727 : 3.421
PROPORCION EN PESO (obra)	: 1: 1.764 : 3.449 : 20.27 lt/bls : 0.425 lt/bls
PROPORCION EN VOLUMEN (diseño)	: 1: 1.963: 3.952 : 25.48 lt/bolsa
PROPORCION EN VOLUMEN (obra)	: 1: 2.004 : 3.984 : 20.27 lt/bls : 0.425 lt/bls

Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento (obra)

Cemento:	1 bolsa
Agregado fino:	74.97 kg
Agregado grueso:	146.58 kg
Agua:	20.266 lt/bolsa
Aditivo:	0.425 lt/bolsa

3) NUEVO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PATRÓN CON CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE) $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO INKA TIPO Ico	: 288.73 kg/m ³
AGREGADO FINO (seco)	: 644.4 kg/m ³
AGREGADO GRUESO (seco)	: 1162.04 kg/m ³
AGUA	: 205 lt/m ³

Características de la mezcla

Relación a/c	:	0.71
Asentamiento	:	3"-4"
Densidad	:	2300 kg/m ³
PROPORCION EN PESO (diseño)	:	1: 2.232 : 4.025
PROPORCION EN PESO (obra)	:	1: 2.280 : 4.058
PROPORCION EN VOLUMEN (diseño)	:	1: 2.526 : 4.632 : 30.18
lt/bolsa		
PROPORCION EN VOLUMEN (obra)	:	1: 2.579 : 4.674 : 29.92
lt/bolsa		

Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento (obra)

Cemento:	1 bolsa
Agregado fino:	96.9 kg
Agregado grueso:	172.47 kg
Agua:	29.92 lt/bolsa

4) NUEVO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON ADITIVO Y CEMENTO INKA TIPO I (ULTRARESISTENTE) $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ / DOSIS DE ADITIVO 425 ML/BOLSA

CEMENTO INKA TIPO Ico	: 288.73 kg/m ³
AGREGADO FINO (seco)	: 644.4 kg/m ³
AGREGADO GRUESO (seco)	: 1162.04 kg/m ³
AGUA	: 205 lt/m ³
ADITIVO	: 3.420 lt/m ³

Características de la mezcla

Relación a/c	:	0.71
Asentamiento	:	3"-4"
Densidad	:	2304 kg/m ³
PROPORCION EN PESO (diseño)	:	1: 2.232 : 4.025
PROPORCION EN PESO (obra)	:	1: 3.395 : 6.049
PROPORCION EN VOLUMEN (diseño)	:	1: 2.526 : 4.632 : 30.18
lt/bolsa		
PROPORCION EN VOLUMEN (obra)	:	1: 3.886 : 7.029 : 29.92
lt/bolsa		

Cantidad de materiales para 01 bolsa de cemento (obra)

Cemento:	1 bolsa
Agregado fino:	144.29 kg
Agregado grueso:	257.08 kg
Agua:	29.92 lt/bolsa

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	28-06-19	05-07-19	15.10	7	46006.06	256.90	Concreto patrón SIN ADITIVO
2	28-06-19	05-07-19	15.08	7	45324.31	253.77	Concreto patrón SIN ADITIVO
3	28-06-19	05-07-19	15.11	7	45511.65	253.81	Concreto patrón SIN ADITIVO
4	28-06-19	05-07-19	15.08	7	50237.63	281.28	Concreto patrón SIN ADITIVO
5	28-06-19	05-07-19	15.07	7	47152.74	264.36	Concreto patrón SIN ADITIVO
6	28-06-19	05-07-19	15.12	7	48176.50	268.31	Concreto patrón SIN ADITIVO
7	28-06-19	05-07-19	15.13	7	48730.79	271.04	Concreto patrón SIN ADITIVO
8	28-06-19	05-07-19	15.07	7	46850.20	262.66	Concreto patrón SIN ADITIVO
9	28-06-19	05-07-19	15.08	7	46679.65	261.36	Concreto patrón SIN ADITIVO
10	28-06-19	05-07-19	15.10	7	47874.86	267.34	Concreto patrón SIN ADITIVO

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	09-05-19	06-06-19	15.12	28	53889.95	327.77	Concreto patrón SIN ADITIVO
2	09-05-19	06-06-19	15.09	28	58851.35	301.33	Concreto patrón SIN ADITIVO
3	09-05-19	06-06-19	15.10	28	66503.45	371.36	Concreto patrón SIN ADITIVO
4	09-05-19	06-06-19	15.11	28	68687.04	383.05	Concreto patrón SIN ADITIVO
5	09-05-19	06-06-19	15.10	28	59123.95	330.16	Concreto patrón SIN ADITIVO
6	09-05-19	06-06-19	15.08	28	64958.06	363.70	Concreto patrón SIN ADITIVO
7	09-05-19	06-06-19	15.13	28	65514.16	364.39	Concreto patrón SIN ADITIVO
8	09-05-19	06-06-19	15.09	28	67286.35	376.23	Concreto patrón SIN ADITIVO
9	09-05-19	06-06-19	15.10	28	64206.46	358.54	Concreto patrón SIN ADITIVO
10	09-05-19	06-06-19	15.00	28	61944.39	350.53	Concreto patrón SIN ADITIVO

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	01-07-19	08-07-19	15.12	7	41155.80	229.21	Concreto patrón CON ADITIVO
2	01-07-19	08-07-19	15.08	7	40322.10	225.76	Concreto patrón CON ADITIVO
3	01-07-19	08-07-19	15.11	7	39559.61	220.61	Concreto patrón CON ADITIVO
4	01-07-19	08-07-19	15.00	7	41796.27	236.52	Concreto patrón CON ADITIVO
5	01-07-19	08-07-19	15.13	7	40930.82	227.66	Concreto patrón CON ADITIVO
6	01-07-19	08-07-19	15.08	7	41477.40	232.23	Concreto patrón CON ADITIVO
7	01-07-19	08-07-19	15.10	7	40601.51	226.72	Concreto patrón CON ADITIVO
8	01-07-19	08-07-19	15.12	7	39364.56	219.24	Concreto patrón CON ADITIVO
9	01-07-19	08-07-19	15.08	7	41686.50	233.40	Concreto patrón CON ADITIVO
10	01-07-19	08-07-19	15.10	7	39965.57	223.17	Concreto patrón CON ADITIVO

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	04-06-19	02-07-19	15.12	28	52402.17	291.85	Concreto patrón CON ADITIVO
2	04-06-19	02-07-19	15.10	28	49306.85	275.34	Concreto patrón CON ADITIVO
3	04-06-19	02-07-19	15.13	28	52747.35	293.38	Concreto patrón CON ADITIVO
4	04-06-19	02-07-19	15.09	28	53082.10	296.81	Concreto patrón CON ADITIVO
5	04-06-19	02-07-19	15.07	28	57529.12	322.53	Concreto patrón CON ADITIVO
6	04-06-19	02-07-19	15.00	28	56921.31	322.11	Concreto patrón CON ADITIVO
7	04-06-19	02-07-19	15.10	28	48256.79	269.47	Concreto patrón CON ADITIVO
8	04-06-19	02-07-19	15.12	28	51470.04	286.66	Concreto patrón CON ADITIVO
9	04-06-19	02-07-19	15.08	28	55139.15	308.72	Concreto patrón CON ADITIVO
10	04-06-19	02-07-19	15.10	28	53742.99	300.11	Concreto patrón CON ADITIVO

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	19-12-19	26-07-19	15.14	7	29857.16	165.85	Concreto patrón SIN ADITIVO
2	19-12-19	26-07-19	15.09	7	29278.23	163.71	Concreto patrón SIN ADITIVO
3	19-12-19	26-07-19	15.20	7	28907.18	159.30	Concreto patrón SIN ADITIVO
4	19-12-19	26-07-19	15.15	7	29421.65	163.21	Concreto patrón SIN ADITIVO
5	19-12-19	26-07-19	15.10	7	28619.52	159.82	Concreto patrón SIN ADITIVO
6	19-12-19	26-07-19	15.12	7	28879.35	160.84	Concreto patrón SIN ADITIVO

Ensayo de compresión simple en probetas standard de concreto

SOLICITADO: Bach. ARÉSTEGUI ROJAS JOSHUA

TESIS: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS PARA LA CALIDAD DEL CONCRETO EN LA PROVINCIA DE ICA”

UBICACIÓN: ICA

LA PROBETA DE CONCRETO FUE ELABORADA Y ENSAYADA EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, DANDO EL SIGUIENTE RESULTADO:

DATO ADICIONAL: Reducción de agua en un 25%.

Cod.	Fecha Testigo	Fecha ensayo	D (cm)	Edad (días)	Carga máx.(kg)	Compr. máx. (kg/cm ²)	Descripción
1	19-12-19	26-07-19	15.08	7	30198.75	169.08	Concreto CON ADITIVO
2	19-12-19	26-07-19	15.05	7	30531.34	171.63	Concreto CON ADITIVO
3	19-12-19	26-07-19	15.17	7	30634.22	169.49	Concreto CON ADITIVO
4	19-12-19	26-07-19	15.13	7	29871.03	166.14	Concreto CON ADITIVO
5	19-12-19	26-07-19	15.09	7	30178.52	168.74	Concreto CON ADITIVO
6	19-12-19	26-07-19	15.10	7	31387.93	175.27	Concreto CON ADITIVO

HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto compartamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante.
 - Para concretos baja agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto para climas cálidos y/o sometidas a trayectos largos o espera antes de su utilización.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Inyección de lechada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la adsorción superficial y el efecto de separación especial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
 - Alta Impermeabilidad.
 - Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
 - Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Reduce la carbonatación del concreto.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Reduce la exudación y la segregación.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-434 Tipo F y ASTM C-1017 Tipo I

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Granel x 1 L. • Cilindro x 200 L. • IBC x 1000 L.
Apariencia / Color	Líquido marrón claro a marrón oscuro
Vida Útil	12 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 3 °C y 33 °C.
Densidad	1,07 kg/L +/- 0,01

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika[®] ViscoCrete[®]-1110 PE se agrega al agua de amesado o junta con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínima. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado. Cuando se trabaje con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos. El uso de Sika[®] ViscoCrete[®]-1110 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika[®] ViscoCrete[®]-1110 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos. El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika[®] Antisol[®] S. **PARA CONCRETOS FLUIDOS Y CONCRETOS AUTO-COMPACTANTES.**

Sika ViscoCrete-1110 PE también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado. Cuando el Sika ViscoCrete-1110 PE esté congelado, descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

COMBINACIONES.

Sika ViscoCrete-1110 PE puede combinarse con los siguientes productos Sika: Sika-1, Sika UNI, Sika Fume y Sika Aer, entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varias de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

NOTAS

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.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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 aceptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de los terceros partes deben ser respetados. Todas las peticiones aceptadas por Sika Perú S.A.C. están sujetas a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. 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 anterior, misma que deberá ser destruida.

> FICHA TÉCNICA

CEMENTO ULTRA RESISTENTE

CON ADICIÓN
MICROFILLER CALIZO

TIPO I Co



> CEMENTO DE USO GENERAL

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y elementos de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que deshidratados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.

> CARACTERÍSTICAS

El Cemento Inka Ultra Resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados álcali-reativos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción.

Su adición de microfiller calizo, complementado con una melicilla ultrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible.

Es un cemento que se acondiciona a todos los climas del Perú.

> PROPIEDADES

- ALTAS RESISTENCIAS EN EL TIEMPO
- MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN
- MODERADA RESISTENCIA A LOS SULFATOS
- MEJOR TRABAJABILIDAD E IMPERMEABILIDAD



¡MÉDULO EN LA RED INKA!
SOLICITA MÁS INFORMACIÓN
CALIZA CEMENTO INKA S.A.
TEL. (01) 257 50 000 / 257 50 125
EMAIL: ventas@inka.com.pe
CAROLITA DE CATAMARCA/LLA
LUBIANGAYO - CHUSCA, LIMA.

CUIDAMOS NUESTRO
MEDIO AMBIENTE



PANEL FOTOGRÁFICO



Agregados puestos al horno para hallar el porcentaje de absorción y contenido de humedad



Picnómetro para hallar el peso específico del agregado fino



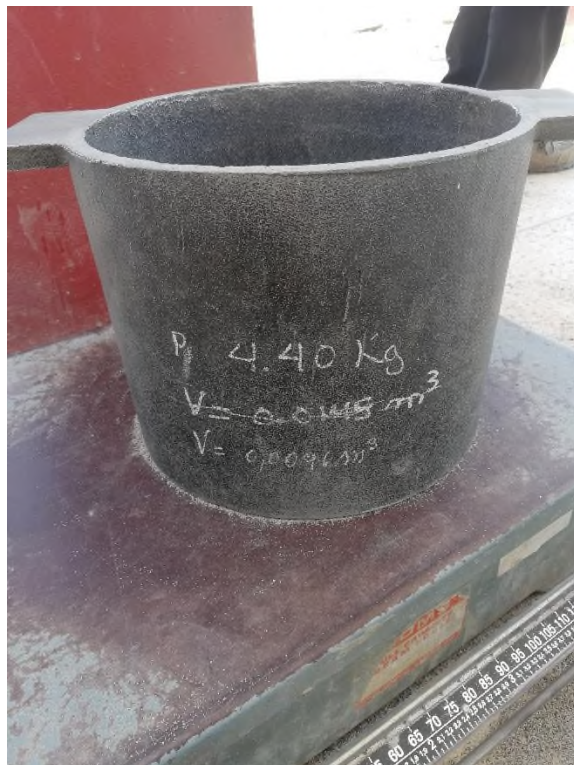
Agregados pesados para el ensayo respectivo



Tamizador



Ensayo de peso unitario del agregado fino



Recipiente para ensayo de peso unitario de los agregados



Ensayo de peso unitario del agregado grueso



Calculando el peso unitario del agregado grueso



Molde troncónico para ensayo de porcentaje de absorción



Muestra del agregado fino listo para colocarlo al horno



Cemento Inka tipo I (ultrarresistente)



Materiales y equipo para la elaboración de concreto



Ensayo de consistencia para el concreto con aditivo superplastificante en la dosis mínima reduciendo el 30% del agua efectiva



Lejía para la limpieza de los moldes



Curado de las probetas de concreto en el pozo de curado



Diseño de mezcla con el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE en su dosificación media reduciendo 10% de agua.



Muestra de segregación del concreto con el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE con su dosif. media y 10% reducción de agua



Muestra de segregación con el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE en su dosificación media reduciendo 10% de agua



Muestra de segregación con el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE en su dosificación media sin reducir agua



Muestra de segregación con el aditivo superplastificante sika visocrete 1110 PE en su dosificación media sin reducir agua



Muestra de la segregación de la mezcla



Ensayo de peso específico del agregado grueso



Tamizando el agregado grueso para obtener TMN de $\frac{3}{4}$ "



Pozo de curado de la FIC de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga



Balanza y taras para los ensayos de los agregados



Herramientas para el ensayo de consistencia del concreto con el cono de Abrams



Ensayo de consistencia del concreto con aditivo con dosificación media y 20% de reducción de agua



Ensayo de consistencia del concreto patrón



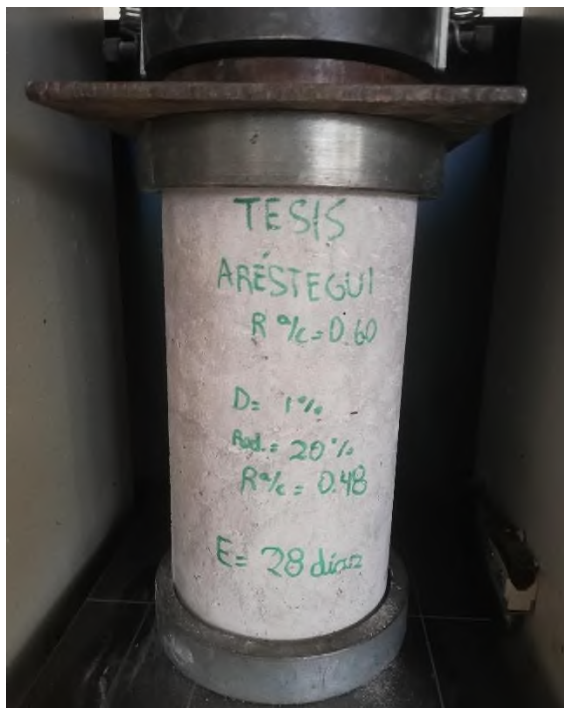
Probeta de concreto colocada para ser ensayada



Examinando la probeta para ver sus características



Muestra de la segregación de una probeta mal elaborada con la dosificación no apropiada



Probeta con la dosificación 1% y reducción de 20% de agua



Ensayo de consistencia al concreto patrón a los 7 días



Ensayo de peso unitario del concreto patrón



Ensayo de peso unitario del concreto con aditivo superplastificante



Ensayo de resistencia a la compresión



Ensayo de resistencia a la compresión



Segregación del concreto con una dosificación no apropiada



Probetas del nuevo diseño de mezclas



**Ensayo de resistencia a la compresión a las probetas del nuevo diseño de mezcla
sin aditivo y con aditivo**



Probeta sometida al ensayo de resistencia a la compresión



Probetas del nuevo diseño de mezclas después de ser ensayadas