

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

"ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
EMPLEANDO ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES E INCORPORADORES
DE AIRE PARA EVALUAR LA RESISTENCIA MECÁNICA MÁXIMA
DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, TACNA 2022"

TESIS

Presentada por:

Bach. RODRIGO ENRIQUE VIRRUET PAREDES

Para optar por el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA – PERÚ
2022

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

"ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO EMPLEANDO ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES E INCORPORADORES DE AIRE PARA EVALUAR LA RESISTENCIA MECÁNICA MÁXIMA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE, TACNA 2022"

Tesis sustentada y aprobada el día 28 de Octubre de 2022 estando integrado el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE



:
MSc. Ing. Edgar Chura Arocutipa

SECRETARIO



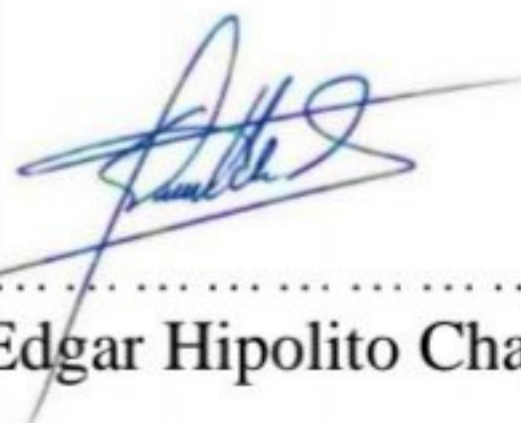
:
Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

VOCAL



:
Mtro. Ing. Santos Tito Gomez Choquejahu

ASESOR DE TESIS



:
Mtro. Ing. Edgar Hipolito Chaparro Quispe

DEDICATORIA

A mi familia, por permitirme alcanzar esta meta con su constante apoyo. Sobre todo, a mi madre que siempre hizo todo lo posible para apoyarme, cuidarme y protegerme a lo largo de mi vida. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor.

AGRADECIMIENTO

A todos los que me han apoyado siempre, familia que a lo largo de mi vida me alentaron y apoyaron, mis amistades que durante el proceso de la universidad compartimos conocimientos y risas, a mis seres queridos, por ayudarme a lograr esto, que representa su logro también.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 Interrogante General	4
1.3.2 Interrogantes Específicas	4
1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	5
1.4.1 Hipótesis general	5

1.4.2	Hipótesis específicas.....	5
1.5	JUSTIFICACIÓN.....	6
1.6	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	6
1.6.1	Objetivo general	6
1.6.2	Objetivos específicos	6
1.7	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	7
1.7.1	Identificación de variables	7
1.7.2	Caracterización de las Variables.....	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		8
2.1.	CONCRETO AUTOCOMPACTANTE:.....	8
2.2.	CARACTERIZACION DEL AGREGADO GRUESO.....	9
2.3.	CARACTERIZACION DEL AGREGADO FINO	13
2.4.	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE.....	15
2.5.	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE.....	16
2.6.	ENSAYO DE RESITENCIA A LA COMPRESIÓN.....	18
2.7.	ENSAYO DE SLUMP FLOW	20
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO		22
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22

3.2	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.3	MUESTRA DE ESTUDIO	22
3.4	TÉCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.....	23
CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		24
4.1	ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	24
4.2	ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	27
4.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....	31
4.4	EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCEDIMIENTO.....	34
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		38
5.1	CONCLUSIONES.....	38
5.2	RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		40
ANEXOS		43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Cantidad mínima de muestra de ensayo granulometría de agregado grueso en función del tamaño máximo nominal	10
Tabla 02: Capacidad de recipiente.....	11
Tabla 03: Peso mínimo de muestra para ensayo.....	12
Tabla 04: Granulometría para agregado fino.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: acercamiento de un concreto con aire incorporado.....	18
Figura 02: tipos de falla de testigos de concreto	20
Figura 03: Ensayo de Slump Flow en concreto autocompactante	21
Figura 05. Fotografía de ensayo de revenimiento realizado (proceso).....	34
Figura 06. Equipos utilizados para la elaboración de concreto	35
Figura 07. Colocación de desmoldantes a los moldes de testigos de concreto	35
Figura 08. Limpieza manual de moldes de testigo de concreto	36
Figura 10. Elaboración de testigos de concreto en estado fresco	37
Figura 11. Elaboración de mezcla de concreto autocompactante.....	37

RESUMEN

La presente investigación se centró en la evaluación de la resistencia de concreto autocompactante utilizando aditivos superplastificante e incorporador de aire para resistencia $f'c=280$ kg/cm², para lo cual se evaluó la variación del comportamiento del concreto autocompactante en estado fresco y endurecido en función a la dosis de 1%, 2%, 3% de Aditivo Superplastificante Sikament – 290N.

Se elaboraron 40 probetas para resistencias $f'c=280$ kg/cm²; de las cuales 10 probetas son de concreto patrón que en su composición no contiene ninguna adición de aditivo; 10 probetas con un porcentaje de aditivo de 1%; 10 probetas con un porcentaje de aditivo de 2%; 10 probetas con un porcentaje de aditivo de 3%.

Se obtuvo como resultados que la incorporación de aditivo en el diseño de mezcla del concreto patrón $f'c=280$ kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días es 285.068 kg/cm², para dosis de aditivo de 1% corresponde a 325.40 kg/cm², para 2% corresponde a 369.66 kg/cm² y para 3% corresponde a 337.88 kg/cm². Se concluye que la resistencia de concretos autocompactante mejora significativamente para $f'c=280$ kg/cm² con dosis de aditivo al 2% a comparación del 1% y 3%, siendo que la trabajabilidad se ve beneficiada y no se sacrifica la homogeneidad de la mezcla.

Palabras Clave: Concreto autocompactante, aditivo superplastificante, aditivo incorporador de aire, resistencia a la compresión, trabajabilidad.

ABSTRACT

The present investigation focused on the evaluation of the resistance of self-compacting concrete using superplasticizer and air-entraining additives for resistance $f_c = 280$ kg/cm², for which the variation of the behavior of self-compacting concrete in fresh and hardened state was evaluated in function at the dose of 1%, 2%, 3% of Sikament Superplasticizer Additive – 290N.

40 test pieces were made for resistance $f_c=280$ kg/cm²; of which 10 specimens are standard concrete that in its composition does not contain any addition of additive; 10 test tubes with an additive percentage of 1%; 10 test tubes with an additive percentage of 2%; 10 test tubes with an additive percentage of 3%.

It was obtained as results that the incorporation of additive in the mix design of the standard concrete $f_c = 280$ kg/cm² of compressive strength at 28 days is 285.068 kg/cm², for an additive dose of 1% it corresponds to 325.40 kg /cm², for 2% it corresponds to 369.66 kg/cm² and for 3% it corresponds to 337.88 kg/cm². It is concluded that the resistance of self-compacting concrete improves significantly for $f_c=280$ kg/cm² with an additive dose of 2% compared to 1% and 3%, being that the workability is benefited and the homogeneity of the concrete is not sacrificed.

Keywords: Self-compacting concrete, superplasticizing admixture, air-entraining admixture, compressive strength, workability.

INTRODUCCIÓN

El concreto ha sido parte fundamental de la historia moderna de la humanidad, permitiendo construir imponentes estructuras y ser parte del crecimiento. Como tal presenta una evolución de las tecnologías a lo largo del tiempo que permite cada vez mejorar su utilización, desde distintos puntos de vista tales como los costos, aspectos técnicos, tales como la resistencia o la durabilidad, de utilización como la trabajabilidad, entre otros.

En esta constante mejora, es que se ofrece la tecnología de los aditivos, que son compuestos que se adicionan a la preparación del concreto convencional a fin de obtener una mejora en sus características, puntualmente en este estudio se utilizarán los aditivos superplastificantes e incorporadores de aire, cuyo fin principalmente es, proveer una trabajabilidad mayor sin la necesidad de incorporar más agua a la mezcla, y atrapar burbujas de aire que permitan una durabilidad mayor a ciclos de deshielo, y reducir la segregación.

Es en esta combinación que se puede lograr un concreto autocompactante, que busca tener una alta fluidez, sin segregación o problemas de colocación, además de no requerir el vibrado normalmente utilizado. El presente trabajo busca analizar un concreto diseñado con estos componentes respecto a un concreto convencional, evaluando su resistencia.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 ANTECEDENTES

Según **Villablanca (2006)** una de las debilidades del hormigón es su comportamiento ante los ciclos de hielo y deshielo, producidos por el congelamiento al que se ve expuesto en zonas donde las Temperaturas pueden llegar a ser muy bajas. Bajo estas condiciones el hormigón se desintegra afectando en forma importante su durabilidad. El agregar un aditivo incorporador de aire a la mezcla ayuda a que la vida útil del hormigón aumente considerablemente.

Mayta (2014) concluye que el aditivo superplastificante ocasiona lo siguiente: aumenta la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y además se obtuvieron resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 3 días, para dosis de 650 mi del aditivo superplastificante.

Pérez & Flores (2018) concluyen que La utilización de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en proporciones apropiadas, influyen positivamente en la consistencia y desarrollo de resistencia del concreto cemento – arena liviano no estructural.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La insuficiencia en la trabajabilidad de la mezcla de concreto tradicionales (CT) ha provocado que la dosificación del concreto tienda a aumentar la cantidad de agua **(Bermejo, 2010)**, a fin de alcanzar una masa con buenas características de empleabilidad, mejorando así la relación agua cemento (A/C), favoreciendo la creación de poros capilares, reduciendo la resistencia del concreto y por ende su perdurabilidad **(Sánchez, 2014)**.

La aplicación de nuevas tecnologías ofrece una solución para la elaboración de concreto duradero, independiente de la calidad del trabajo de la construcción, mediante el empleo de concreto autocompactante, el cual es capaz de rellenar todos los rincones del encofrado, pues se compacta bajo su propio peso sin necesidad de compactación mecánica o vibratoria **(Okamura, 2002)**, fluyendo y ocupando completamente la forma del encofrado y alcanza una plena compactación, aún en presencia de una alta densidad de armaduras **(GPE, 2006)**.

El interés de producir concretos de mejor calidad no ha quedado ahí, pues se han hecho estudios para la mejora de concreto autocompactante usando ceniza volante (fly ash) o filler calizo con el fin de reducir la permeabilidad y su estructura porosa **(Bermejo, 2010)**. Debido a la naturaleza del concreto autocompactante, la tendencia

a cambios en su comportamiento tanto al estado fresco como endurecido es mayor que la de los concretos convencionales, por ello la investigación sobre este tipo de mezcla es la única manera de entenderlo y manejarlo exitosamente (Pineda, 2003).

Es así, que el uso de aditivo superplastificante se hace necesario, pues ocasiona lo siguiente: aumenta la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado, y además se obtuvieron resistencias a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (referente 28 días) en 3 días (Mayta, 2014), y además, se adiciona aditivo incorporador de aire, el cual varía las propiedades reológicas del hormigón, aumentando la cohesión con lo que reduce la tendencia a la segregación y la exudación (Villablanca, 2006).

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Interrogante General

¿De qué manera afecta la resistencia mecánica del concreto el empleo de aditivos superplastificante e incorporador de aire?

1.3.2 Interrogantes Específicas

¿Cómo emplear aditivos en el diseño de mezcla de concreto para optimizar costos en obra para concretos autocompactantes, sin disminuir la calidad del diseño de mezcla del mismo?

¿Cómo aplicar la metodología ACI para el diseño de mezcla de concreto empleando superplastificantes y sus correcciones para optimizar el diseño?

1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

La adición de aditivos superplastificantes e incorporador de aire ofrecen beneficios notables en la trabajabilidad del concreto, otorgando nuevas características que incrementan su calidad y no generan deficiencias mecánicas en su resistencia, optimizando los recursos empleados y produciendo un concreto económico.

1.4.2 Hipótesis específicas

El diseño de mezcla de concreto con aditivos para optimizar costos en obra, para concretos autocompactantes, sin disminuir la calidad del diseño del mismo.

La aplicación de la metodología ACI para el diseño de mezcla de concreto empleando superplastificantes y sus correcciones permite obtener un diseño óptimo.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Debido a la información previamente expuesta es que se hace necesaria un diseño de mezcla de concreto con aditivos superplastificantes e incorporador de aire, debido a la vulnerabilidad de las estructuras a condiciones climatológicas extremas y a la mejora de la trabajabilidad de la mezcla de concreto empleando dichos aditivos, siendo el caso, que, con una adecuada dosificación, se puede reducir enormemente los costos requeridos para la elaboración de concreto autocompactante.

1.6 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Evaluar la resistencia mecánica del concreto empleando aditivos superplastificante e incorporador de aire.

1.6.2 Objetivos específicos

Emplear aditivos en el diseño de mezcla de concreto para optimizar costos en obra para concretos autocompactantes, sin disminuir la calidad del diseño de mezcla del mismo.

Aplicar la metodología ACI para el diseño de mezcla de concreto empleando superplastificantes y sus correcciones para optimizar el diseño.

1.7 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.7.1 Identificación de variables

Aditivos superplastificantes e incorporadores de aire.

Resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante.

1.7.2 Caracterización de las Variables

Variable Independiente: Aditivos superplastificantes e incorporadores de aire.

Variable Dependiente: Resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.CONCRETO AUTOCOMPACTANTE:

Es un tipo de concreto que se compacta por su peso sin necesidad de vibración debido a su alta fluidez y cohesividad, lo cual le permite instalarse incluso en zonas de difícil acceso. Los concretos autocompactantes presentan diseños de mezcla especiales donde se manejan agregados específicamente gradados y aditivos como reductores de agua de alto rango para aumentar la fluidez y modificadores de viscosidad que controlan la segregación y la exudación de la mezcla ([Euclid Group Toxement, 2017](#)).

Entonces observamos que existen múltiples beneficios técnicos que facilitan su utilización en campo, durante el transporte y la colocación, siendo especialmente dedicado para para zonas de encofrados de espacios reducidos y zonas de alta densidad de aceros de construcción ([De La Peña B, 2000](#)). No obstante, la dificultad en la utilización de un concreto autocompactante recae en su ejecución, debido a que es un concreto cuya dosificación difiere a la de un concreto convencional y por tanto partes del proceso de elaboración encargado al personal de obra es levemente distinto al comúnmente empleado.

El problema de este aspecto es que, a diferencia del diseño de la mezcla, es un parámetro no controlable y ni mucho menos previsible. La ejecución queda en manos del

operario de la obra, que en la mayoría de ocasiones no entiende o no conoce los parámetros que pueden afectar positivamente o negativamente las propiedades del hormigón que manipula ([García & Borralleras, 2001](#)).

Ante esto, podemos acotar que es absolutamente necesario implementar en campo las medidas que faciliten y aseguren una correcta elaboración del concreto autocompactante, proceso que debe ser vigilado en campo permanentemente.

Entre las ventajas que han convertido al concreto autocompactante en una de las mayores innovaciones dentro de la tecnología del concreto se destacan la posibilidad de eliminar el trabajo de compactación, reducir los tiempos de la construcción, minimizar la contaminación acústica, mejorar la homogeneidad del material, facilitar las operaciones en obra generando ahorros en personal y equipos, el acceso a zonas densamente armadas y lograr una excelente terminación superficial ([Zerbino, 2012](#)).

2.2.CARACTERIZACION DEL AGREGADO GRUESO

Respecto a la granulometría de los agregados, se recomienda que este sea menor a 12 mm, es decir media pulgada, ya que el tamaño de los agregados favorece la tendencia a la formación de bloques y la no homogeneidad de la mezcla. ([ACI 237R-07,2007](#))

El agregado grueso para la elaboración de concreto se define como material retenido en la malla N°04, es decir con un tamaño de partícula no mayor a 4,75mm, que no exceda

el 1% de material pasante la malla N°200, que posea 5% como máximo de terrones y partículas friables, (INACAL,2018)

Para la caracterización adecuada del agregado grueso, es necesario someterlo a varios ensayos los cuales están definidos a través de las siguientes normas técnicas:

NTP 400.012 Análisis granulométrico:

Para el tamizado para el análisis granulométrico del agregado grueso se utiliza un tamaño de muestra dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado grueso, bajo el siguiente detalle:

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Tabla 01: Cantidad mínima de muestra de ensayo granulometría de agregado grueso en función del tamaño máximo nominal

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (MTC,2016)

Esta muestra deberá ser cuarteada y secada a fin de eliminar la humedad para ser tamizada. De la misma forma se deberá tener cuidado de que el material no sature las

mallas y no deberá detenerse el tamizado hasta que se tenga una disminución menor al 1% de la masa retenida durante 1 minuto de tamizado. Finalmente para su revisión final, no deberá tener una pérdida de material respecto al inicial mayor al 0,3%, en cuyo caso el ensayo no podrá utilizarse para fines de aceptación. (INACAL, 2018)

NTP 400.017 Determinación del peso unitario y vacíos en los agregados

Este procedimiento utilizará para determinar tanto el peso unitario suelto como varillado de un material, dependiendo del mismo se utiliza un recipiente de capacidad dada, en función del tamaño máximo nominal según el siguiente detalle:

Tamaño Máximo Nominal del Agregado		Capacidad de recipiente de medida ⁰	
Mm	pulgadas	L (m ³)	Pie ³
12,5	½	2,8 (0,0028)	1/10
25,0	1	9,3 (0,0093)	1/3
37,5	1 ½	14,0 (0,014)	½
75,0	3	28,0 (0,028)	1
112,0	4 ½	70,0 (0,070)	2 ½
150,0	6	100,0 (0,100)	3 ½

Tabla 02: Capacidad de recipiente

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (MTC,2016)

El tamaño de muestra deberá ser entre 1.25 a 2 veces el necesario para llenar el recipiente, además, para el peso unitario suelto, se rellenará el material en el recipiente, quitando el sobrante del mismo, pesando luego el material relleno, en el caso del material varillado, se debe realizar vaciando en 3 partes iguales, varillando cada una 25 veces a medida que se van colocando, para posteriormente ser pesado.

NTP 339.127 Determinación de contenido de humedad

A fin de corregir la cantidad de agua, es necesario determinar la humedad natural de la grava, la cual consiste en el pesaje del material extraído, el cual debe ser transportado cuidadosamente con los medios necesarios para evitar la pérdida de la humedad natural.

Este material deberá ser pesado para posteriormente ser secado hasta retirar toda la humedad del mismo, para finalmente volver a ser pesado, obteniéndose porcentualmente el contenido de humedad natural del material gravoso.

NTP 400.021 Densidad, peso específico y absorción del agregado grueso

Este procedimiento permite la obtención del peso específico del agregado grueso, el cual consiste en la inmersión del agregado grueso durante el tiempo necesario para su saturación, tras el cual, será pesado a través de una canastilla de inmersión, se tiene un peso mínimo de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Tabla 03: Peso mínimo de muestra para ensayo
Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (MTC,2016)

Tras este pesaje, se procede a recuperar el material pesado para su secado a fin de determinar por diferencia la absorción de agua máxima del material, dato el cual será utilizado para el diseño de mezcla.

2.3.CARACTERIZACION DEL AGREGADO FINO

El agregado fino se define como el agregado retenido entre la malla N°4 y la malla N°200, proveniente de desintegración natural o artificial. (INACAL,2018)

Se debe cumplir con la siguiente granulometría para el agregado fino

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

Tabla 04: Granulometría para agregado fino
Fuente: NTP 400.037 (INACAL,2018)

Este agregado no debe acumularse en más de 45% entre dos tamices seguidos, y su módulo de fineza debe estar entre 2,3 – 3,1. Además no debe contener terrones o partículas friables en más de 3%, ni material pasante de la malla N°200 mayor al 3%,

así mismo deberá cumplir con la prueba colorimétrica para la determinación de impurezas orgánicas.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes ensayos definidos en la siguiente normativa:

NTP 400.012 Análisis granulométrico:

Para el tamizado para el análisis granulométrico del agregado fino se utiliza un tamaño de muestra mínimo de 300 gramos, después del secado total de la misma, utilizando los tamices de la tabla precedente.

De particular forma se deberá cuidar que no se saturen las mallas por el material retenido, de la misma forma que no exista humedad que no permita que el material sea tamizado adecuadamente, igualmente se hace el tamizado hasta que se tenga una disminución menor al 1% de la masa retenida durante 1 minuto de tamizado. E igualmente no deberá haber una pérdida mayor al 0,3%, en cuyo caso el ensayo no se aceptará el ensayo. (INACAL, 2018)

NTP 400.017 Determinación del peso unitario y vacíos en los agregados

Este procedimiento utilizará para determinar tanto el peso unitario suelto como varillado de un material, al ser este de material pasante de la malla N°4, se utilizará un recipiente de 2,8 litros, el tamaño de muestra deberá ser suficiente para llenar el recipiente

y contar con un exceso. El procedimiento será similar al agregado grueso, tal como ya está descrito en el párrafo respectivo

NTP 339.127 Determinación de contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad del agregado fino se realiza con un tamaño de muestra no menor de 0.5 kg, y se realiza de manera análoga al agregado grueso ya explicado previamente.

NTP 400.022 Densidad, peso específico y absorción del agregado fino

2.4.ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE

También conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua de la mezcla. [Reglamento Nacional de Edificaciones \(2020\)](#).

Estos mejoran el desempeño del concreto ya que la reducción de agua a su vez incrementa la cantidad de cemento por metro cúbico siendo que esto repercutiría en un aumento de la resistencia del mismo, así también, la menor presencia de agua implica una mayor durabilidad del concreto al ataque de sales

La trabajabilidad del concreto puede ser mejorada por la adición de superplastificante a la mezcla. Los factores que afectan son el tipo, dosaje y momento de adición del aditivo y la relación agua – cemento. En relación con la trabajabilidad, la consistencia y fluidez, las cuales describen la facilidad con la cual la mezcla fluye en los encofrados, facilitando la colocación sin segregación. (Tello, 2008).

Estos trabajos a su vez, implican un recorte de tiempos y por tanto una mejora en el aspecto económico al no ser necesario el vibrado del concreto de los elementos vaceados, esto conlleva un ahorro importante de horas hombre del personal destinado a dicha labor, hora máquina de la máquina vibradora y un ahorro de tiempo general, el cual es aún más sustancial en caso del vaceado de estructuras que requiera un tratamiento especial para su colocación y vibrado, tales como elementos de gran altura o de dimensiones estrechas.

La resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad aumentan considerablemente al incorporar solamente el aditivo superplastificante a la mezcla de concreto, mejorando así la performance del mismo en gran manera, en comparación con un concreto preparado convencionalmente. (Pérez & Flores, 2018).

2.5.ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE

La Norma Técnica E.060 del [Reglamento Nacional de Edificaciones \(2020\)](#) define como el aditivo cuyo propósito exclusivo es incorporar aire en forma de burbujas

esferoides no coalescentes y uniformemente distribuidos en la mezcla, con la finalidad de hacerlo principalmente resistente a las heladas.

El principal objetivo que busca este aditivo es aumentar la resistencia a los ciclos de hielo y deshielo, pero además de cumplir con este objetivo este aditivo produce efectos secundarios, que se deben tener presente. (Villablanca, 2006).

Entre estos efectos tendremos una disminución de la resistencia final del concreto obtenida, tanto a esfuerzos de compresión como de flexión, así mismo ocurre un aumento de la porosidad, lo cual produce un concreto permeable, lo que conlleva a repercusiones negativas en la durabilidad al ser un concreto más vulnerable ante la agresividad del medio ambiente. (Mehta y Monteiro, 1998)

Nuevamente, es importante mencionar el cuidado que se debe tener en la correcta elaboración del concreto con incorporadores de aire, debido a que esta disminución de la resistencia debe ser controlada en el diseño de mezcla, y de no respetarse este, podría afectar gravemente al desempeño y las características esperadas del concreto.

El mecanismo de estos incorporadores de aire se basa en retener intencionalmente burbujas microscópicas de aire esféricas cuyos diámetros oscilan entre 25 y 250 micras con una distancia entre ellos de 100 a 200 micras, mejorando la trabajabilidad del concreto autocompactante en estado fresco actuando como un fluido, reduciendo la segregación y

exudación; las burbujas incorporadas son diminutas y se encuentran distribuidas uniformemente en toda la mezcla (Torre, 2004).



Figura 01: acercamiento de un concreto con aire incorporado

Fuente: (Vidaud y Vidaud, 2014)

A través de este mecanismo se protege el concreto de la expansión del agua en ciclos de hielo y deshielo, no obstante una cantidad demasiado pequeña de aire incluido no protegerá la pasta de cemento contra el congelamiento cíclico y el exceso de aire hará disminuir indebidamente la resistencia del concreto autocompactante. (Rodríguez, 2016).

2.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según el [Reglamento Nacional de Edificaciones \(2020\)](#), específicamente en la norma NTE E.060 Concreto Armado, es necesario realizar un muestreo de concreto por cada clase de concreto, entendiéndose que un ensayo es el promedio de la resistencia de dos probetas cilíndricas de la misma muestra y ensayadas a los 28 días.

Estos testigos deben realizarse considerando que sean de la misma clase de concreto, es decir comparten características similares en cuanto a diseño de mezcla, procedencia de los agregados, mismo tipo de cemento y origen y las mismas condiciones de vaceado y curado.

Así mismo, los ensayos deberán consignar las medidas de los testigos de concreto a fin de estimar correctamente su resistencia, así como cumplir con lo establecido en la normativa vigente, teniendo que no podrán tener una diferencia entre diámetro de más del 2%, así mismo, el espécimen no debe tener una inclinación mayor a 0.5° respecto a la perpendicularidad de sus bases, debiendo cortarse o cepillarse en caso de no cumplir con esto, hasta asegurar que las bases estén correctamente niveladas y perpendiculares a la altura. (INACAL,2015)

En la misma ejecución del ensayo se aplicarán las cargas de compresión a una velocidad de esfuerzo de entre 0,20 y 0,30 MPa/s, al menos durante la ultima mitad del ensayo, permitiendose el uso de cargas aplicadas a mayor velocidad durante la primera mitad siempre y cuando se eviten cargas de choque. Esto permitirá que el concreto falle de manera consistente y se relacione esta a cada uno de los tipos de falla, en cuyo caso, de no ser similar, se describirá el tipo de falla cuidando de observar la presencia de otros elementos que hayan podido originar esto, así tambien de no alcanzar la resistencia adecuada, se verificará el testigo debiendo anotarse si se encontró segregación o porosidades en el testigo.

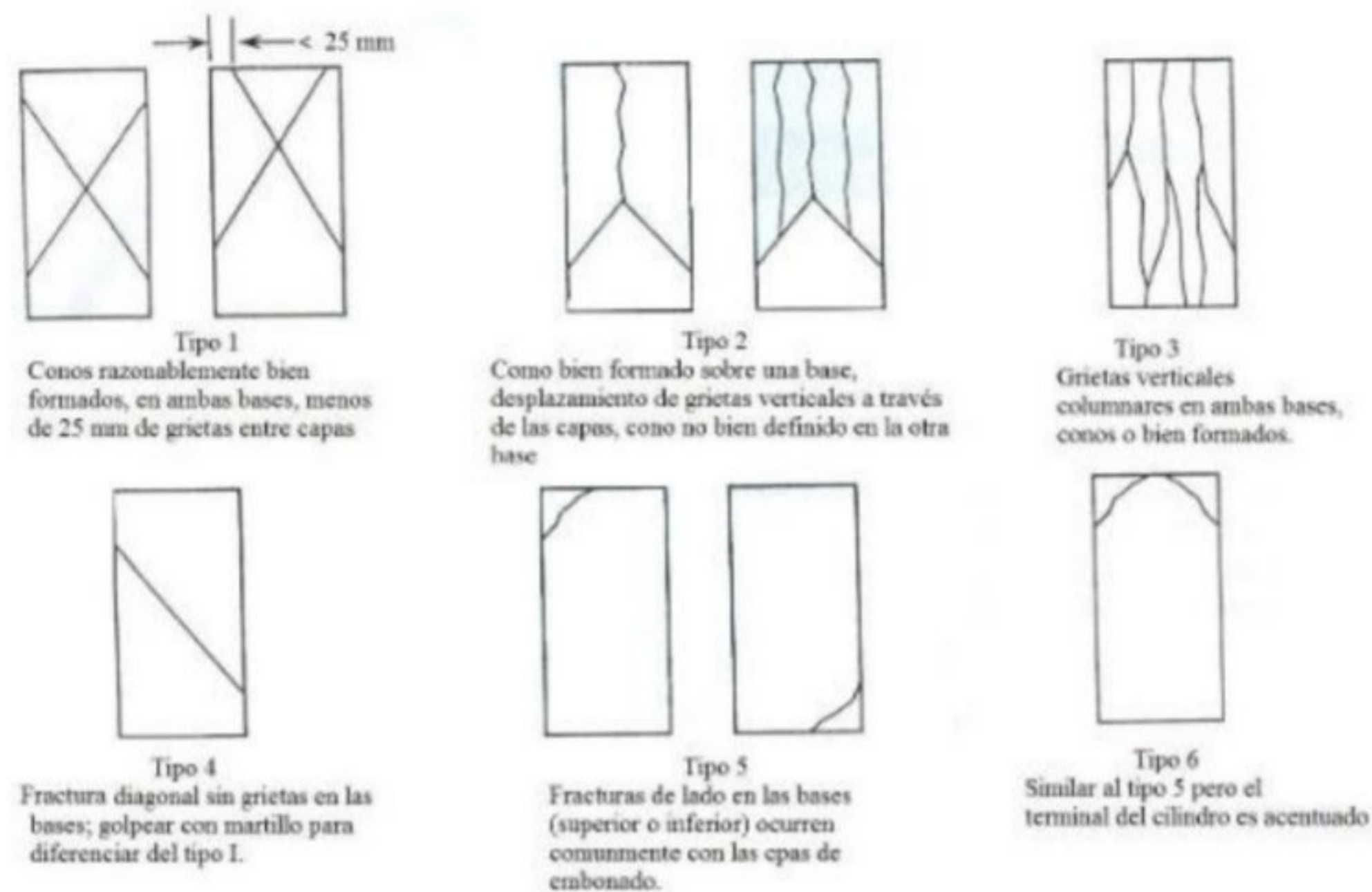


Figura 02: tipos de falla de testigos de concreto
Fuente: NTP 339.034 (INACAL, 2015)

2.7. ENSAYO DE SLUMP FLOW

Este ensayo permite conocer la fluidez de un concreto al medir el revenimiento del mismo sobre una superficie plana y nivelada, para esto se utiliza un molde metálico en forma de cono trunco, ahuecado en sus bases, de 200 ± 3 mm de diámetro de la base circular mayor y 100 ± 3 mm de diámetro de la base circular menor y 300 ± 3 mm de altura del molde. Deberá contar con abrazaderas a fin de mantener el molde firme y permitir un ensayo aceptable. (INDECOPI, 2009)

Se rellena este molde con el concreto autocompactante, sin ser varillado o vibrado de alguna forma a fin de simular las condiciones de vaceado en campo, para las cuales

fue diseñado, y una vez correctamente nivelado y rellenado el molde, se procede a levantar el molde, ocurrido esto, la mezcla de concreto revendrá de manera circular, tomando medida del diámetro de la circunferencia realizada por el concreto. Esta deberá ser uniforme y no debe presentarse segregación ni exudación del mismo, en cuyo caso, deberá corregirse el diseño de mezcla y repetirse el ensayo.



Figura 03: Ensayo de Slump Flow en concreto autocompactante
Fuente: (Palencia, 2020)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es del tipo: CORRELACIONAL puesto que tiene como propósito relacionar y vincular entre si las características físicas del concreto (resistencia a la compresión, trabajabilidad) con la inclusión de aditivos superplastificante e incorporador de aire en su diseño.

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es de tipo aplicativo explicativo ya que tiene como objetivo principal de resolver un determinado problema.

3.3 MUESTRA DE ESTUDIO

Para la presente investigación, la población tomada es la cantidad de probetas cilíndricas de concreto que serán sometidas al ensayo de resistencia a la compresión, mostrando a continuación la distribución de las mismas.

Edad de los testigos	Concreto sin aditivos	Concreto con aditivos		
		1er Dosificación	2da Dosificación	3ra Dosificación
07 días	02 testigos	02 testigos	02 testigos	02 testigos
14 días	02 testigos	02 testigos	02 testigos	02 testigos
28 días	10 testigos	10 testigos	10 testigos	10 testigos

Tabla 05: Cantidad de testigos de concreto.

Para realizar el correcto análisis estadístico, se requieren de 56 probetas cilíndricas de concreto.

3.4 TÉCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

Uso constante de Manual de Ensayo de Materiales del MTC, y para el diseño de mezcla de concreto, el manual del método ACI, propuesto por el comité 211 del ACI. Además del uso de referencias que serán recursos esenciales para tener más claro los conceptos relacionados al diseño de concreto autocompactante.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del ensayo de asentamiento del concreto fresco según la Norma Técnica Peruana 339.035, para el concreto patrón de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ASENTAMIENTO PROMEDIO	
		(cm)	(cm)
1	Concreto Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	8.5	8.77
2	Concreto Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	8.8	
3	Concreto Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	9	

Siendo que el diseño de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ contempla un asentamiento de 3" a 4", los resultados obtenidos individualmente cumplen con el rango de diseño.

Así mismo, el promedio de dichos resultados, cumple también con el rango en cuestión.

ENSAYO DE SLUMP FLOW DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del ensayo de slump flow del concreto autocompactante según la EFNARC, para los 03 diseños de concreto autocompactante de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

ITEM	DESCRIPCIÓN	T 50 (s)	Dmáx			
			Ø1 (cm)	Ø2 (cm)	ØProm (cm)	%
1	Diseño 01 CAC $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	3.2	65.00	68.00	66.50	100
2	Diseño 02 CAC $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	2.1	72.00	73.00	72.50	109.02
3	Diseño 03 CAC $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	1.2	82.00	80.00	81.00	121.80

Siendo que:

El Diseño 01 CAC $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ corresponde al Concreto Patrón con adición de Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%;

El Diseño 02 CAC $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ corresponde al Concreto Patrón con adición de Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%, y;

El Diseño 03 CAC $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ corresponde al Concreto Patrón con adición de Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%.

Se observa que:

Para el ensayo N° 01 se obtuvo como promedio un diámetro máximo de 66.50 cm, obteniéndose un T50 de 3.2 s, siendo este el tiempo que toma el concreto en alcanzar un diámetro de 50 cm.

Para el ensayo N° 02, tomando como referencia al ensayo N° 01, se obtuvo como promedio un diámetro máximo de 72.50 cm, lo que representa un aumento de 9.02%, de igual forma, se obtuvo además un T50 de 2.1 s.

Para el ensayo N° 03, tomando como referencia al ensayo N° 01, se obtuvo como promedio un diámetro máximo de 81.00 cm, lo que representa un aumento de 21.80%, de igual forma, se obtuvo además un T50 de 1.2 s.

Evaluando la información obtenida, se observa que a mayor adición de a Aditivo Superplastificante Sikament – 290N se obtiene un concreto mucho más fluido, viéndose esto reflejado en el aumento del diámetro máximo y la disminución del T50, de los ensayos N°02 y N°03 respecto al ensayo N°01.

4.2 ENSAYO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos de concreto correspondientes al Concreto Patrón como para los 03 diseños de Concreto Autocompactante.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM²

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	% RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	% RESISTENCIA PROMEDIO
1	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	287.360	102.63		
2	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	280.120	100.04		
3	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	276.260	98.66		
4	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	285.330	101.90		
5	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	284.100	101.46		
6	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	291.670	104.17	285.068	101.81
7	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	280.360	100.13		
8	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	285.820	102.08		
9	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	295.610	105.58		
10	Concreto Patrón f'c=280 kg/cm2	284.050	101.45		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM² CON ADICIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT – 290N AL 1% Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE SIKAAER AL 0.1%

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	% RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	% RESISTENCIA PROMEDIO
1	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	329.140	117.55		
2	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	322.160	115.06		
3	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	318.670	113.81		
4	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	325.380	116.21		
5	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	330.150	117.91		
6	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	319.800	114.21	325.40	116.21
7	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	324.160	115.77		
8	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	322.080	115.03		
9	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	334.310	119.40		
10	Diseño 01 CAC f'c=280 kg/cm2	328.110	117.18		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM² CON ADICIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT – 290N AL 2% Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE SIKAAER AL 0.1%

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	% RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	% RESISTENCIA PROMEDIO
1	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	375.410	134.08		
2	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	362.120	129.33		
3	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	367.900	131.39		
4	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	364.240	130.09		
5	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	373.200	133.29		
6	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	366.790	131.00	369.66	132.02
7	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	377.030	134.65		
8	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	368.280	131.53		
9	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	369.160	131.84		
10	Diseño 02 CAC f'c=280 kg/cm2	372.430	133.01		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM² CON ADICIÓN DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT – 290N AL 3% Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE SIKAAER AL 0.1%

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	% RESISTENCIA	RESISTENCIA PROMEDIO	% RESISTENCIA PROMEDIO
1	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	332.150	118.63		
2	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	345.590	123.43		
3	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	344.740	123.12		
4	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	330.950	118.20		
5	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	338.860	121.02	337.88	120.67
6	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	341.020	121.79		
7	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	340.970	121.78		
8	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	330.880	118.17		
9	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	332.630	118.80		
10	Diseño 03 CAC f'c=280 kg/cm2	341.010	121.79		

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS

CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM²

ITEM	N° ENSAYO	RESISTENCIA INDIVIDUAL	PROMEDIO 3	RANGO	CONSIDERACIONES
1	1	287.360	283.740	2.55	Promedio de Ensayos Individual 285.068 kg/cm ² Promedio de 3 284.977 kg/cm ² DESVIACIÓN ESTÁNDAR Individual 5.52 Coef. Variación 1.94% RANGO (2 RESULTADOS) El rango aceptable para 2 resultados debe ser 8.00% máximo
2		280.120			
3	2	276.670	281.000	3.08	
4		285.330			
5	3	284.100	287.680	2.49	
6		291.260			
7	4	280.360	283.090	1.93	
8		285.820			
9	5	295.610	289.830	3.99	
10		284.050			
TOTAL		2850.680	1425.340	PROMEDIO: 2.81	

CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM² + AD. SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT

– 290N AL 1% Y AD. INCORPORADOR DE AIRE SIKAAER AL 0.1%

ITEM	N° ENSAYO	RESISTENCIA INDIVIDUAL	PROMEDIO 3	RANGO	CONSIDERACIONES
1	1	329.140	325.650	2.14	Promedio de Ensayos Individual 325.396 kg/cm ² Promedio de 3 324.675 kg/cm ² DESVIACIÓN ESTÁNDAR Individual 4.98 Coef. Variación 1.53% RANGO (2 RESULTADOS) 8.00%
2		322.160			
3	2	318.670	322.025	2.08	
4		325.380			
5	3	330.150	324.975	3.18	
6		319.800			
7	4	324.160	323.120	0.64	
8		322.080			
9	5	334.310	331.210	1.87	
10		328.110			

TOTAL	3253.960	1626.980	PROMEDIO:	1.98	El rango aceptable para 2 resultados debe ser máximo
--------------	----------	----------	------------------	------	--

CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM²+ AD. SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT

– 290N AL 2% Y AD. INCORPORADOR DE AIRE SIKAAER AL 0.1%

ITEM	N° ENSAYO	RESISTENCIA	INDIVIDUAL	PROMEDIO 3	RANGO	CONSIDERACIONES
1	1	375.410	368.765	368.277	3.6	Promedio de Ensayos Individual 369.656 kg/cm2 Promedio de 3 369.666 kg/cm2
2		362.120				
3	2	367.900	366.070	368.277	1	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
4		364.240				
5	3	373.200	369.995	369.573	1.73	Individual 4.8
6		366.790				
7	4	377.030	372.655	371.148	2.35	Coef. Variación 1.30%
8		368.280				
9	5	369.160	370.795	370.795	0.88	RANGO (2 RESULTADOS) El rango aceptable para 2 resultados debe ser máximo 8.00%
10		372.430				
TOTAL		3696.560	1848.280	PROMEDIO:	1.91	

CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM² + AD. SUPERPLASTIFICANTE SIKAMENT

– 290N AL 3% Y AD. INCORPORADOR DE AIRE SIKAAER AL 0.1%

ITEM	N° ENSAYO	RESISTENCIA INDIVIDUAL	PROMEDIO 3	RANGO	CONSIDERACIONES
1	1	332.150	338.870	3.97	Promedio de Ensayos Individual 337.88 kg/cm ² Promedio de 3 338.117 kg/cm ² DESVIACIÓN ESTÁNDAR Individual 5.72 Coef. Variación 1.69% RANGO (2 RESULTADOS) El rango aceptable para 2 resultados debe ser 8.00% máximo
2		345.590			
3	2	344.740	337.845	4.08	
4		330.950			
5	3	338.860	339.940	0.64	
6		341.020			
7	4	340.970	335.925	3	
8		330.880			
9	5	332.630	336.820	2.49	
10		341.010			
TOTAL		3378.800	1689.400	PROMEDIO: 2.84	

4.4 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCEDIMIENTO



Figura 04. Fotografía de ensayo de revenimiento realizado (resultado)



Figura 05. Fotografía de ensayo de revenimiento realizado (proceso)



Figura 06. Equipos utilizados para la elaboración de concreto



Figura 07. Colocación de desmoldantes a los moldes de testigos de concreto



Figura 08. Limpieza manual de moldes de testigo de concreto



Figura 09. Fotografía de ensayo de rotura de testigos a compresión



Figura 10. Elaboración de testigos de concreto en estado fresco



Figura 11. Elaboración de mezcla de concreto autocompactante

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La resistencia del concreto autocompactante presenta una mejora significativa conforme de aumenta la cantidad de aditivo superplastificante que se va agregando.
- Sin embargo, alcanzado un porcentaje de adición superior al 2% de aditivo superplastificante se obtuvo una disminución considerable de la resistencia a la compresión del concreto, esto debido al exceso de dicho aditivo en el diseño de mezcla, lo que configura la presencia de exudación y segregación de los agregados.
- Dicho lo anterior, la presencia de aditivo incorporador de aire impide la completa segregación de los materiales en mención, por lo cual, se contrapone a la desventaja del exceso de aditivo superplastificante, garantizando la homogeneidad de la mezcla de concreto.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la continuación de estudios que involucren el diseño de concreto autocompactante adicionando aditivos superplastificantes e incorporador de aire, esto para encontrar una dosificación adecuada para los casos en que se requiera este tipo de concreto, y para evaluar los efectos secundarios de estos aditivos.
- Así mismo, se recomienda la aplicación de aditivos de otras empresas que brinden este tipo de productos, a fin de comprender mejor su comportamiento y en aras de encontrar combinaciones óptimas para su uso en diseños de mezcla de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bermejo Núñez, EB; M01·agues Tenades, A; Gálvez Ruiz, JC; Fernández Cánovas, M. 2011. O. Permeabilidad y estructura porosa de mortigones autocompactantes de resistencia moderada. *Materiales de construcción* 60(299): 37-51.
- Euclid Group Toxement (2017) *Concreto Autocompactante*. Tocancipá, Colombia.
- García, J. M., & Borralleras, P. (2001). *Hormigón Autocompacto y Glenium: Un Compromiso Perfecto*. Hormigon Basf, 1-22.
- GPE (Grupo de Proyecto Europeo). 2006. *Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante Especificaciones Producción y Uso* (en línea). Consultado 20 ago. 2014.
- Mayta, J. (2014) *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.
- Okamura, H; Ouchi Masahiro. 2002. *Self-Compacting Concrete*. *Journal of Advanced Concrete technology* 1 (1): 5-15.
- Pérez, T. & Flores, F. (2018) *Influencias de los aditivos incorporador de aire y superplastificante en las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento*

– arena liviano, elaborado con perlas de poliestireno expandido y agregado fino. Iquitos, 2018. Universidad Científica del Perú. Iquitos, Perú.

Pineda, H. (2003) Diseño de mezcla de concreto autocompactante. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2020) Norma E.060 Concreto Armado. Lima, Perú.

Rodríguez, K. (2016) Aplicación del concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Sánchez, H. (2014) Efecto del aditivo superplastificante sika viscocrete en la resistencia mecánica del concreto autocompactante. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Tello, A. (2008) Uso del aditivo superplastificante Rheobuild 1000 y la fibra de polipropileno fibermesh 300 en edificios con muros de ductilidad limitada aplicada al conjunto habitacional Lomas Caminos del Inca. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

Torre, A. (2004). Curso Básico de Tecnología del Concreto. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Villablanca, V. (2006) Influencia del aditivo incorporador de aire en la resistencia mecánica del hormigón. Universidad Austral de Chile, Chile.

Zerbino, R. (2012). Hormigon Autocompactante Reforzado con Fibras. I SILAMCAA, 1-27

ANEXOS

GRANULOMETRÍA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version:	Fecha:
		01	15/02/2015
		Página	1 de 1
	Aprobado:	JRH	

Informe N°: GR - 01

Fecha Emision: 15/07/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Material de cantera

FECHA : 15 de Julio de 2022

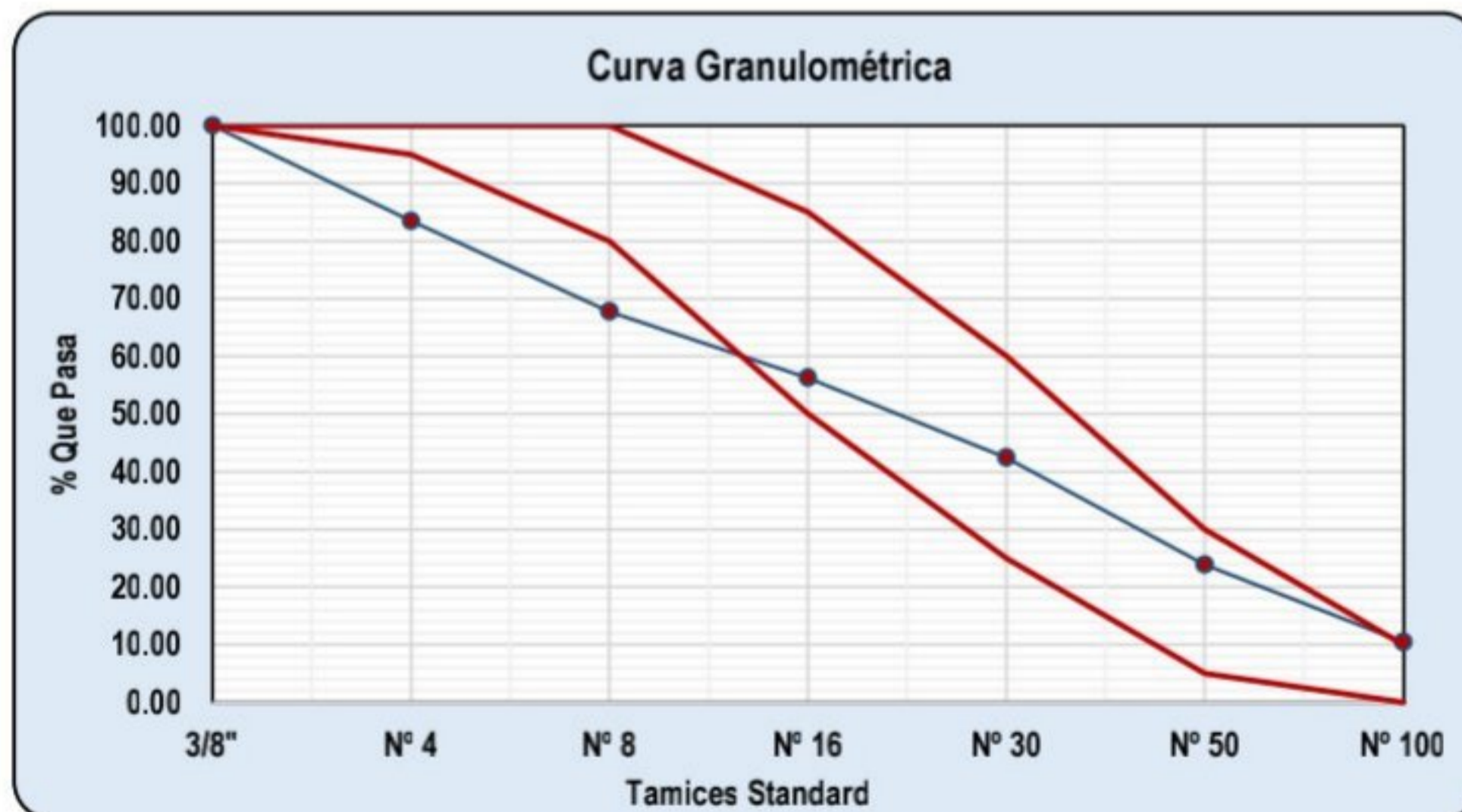
MATERIAL : Agregado fino

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.760	248.56	16.57	16.57	83.43	95	100
N° 8	2.380	234.34	15.62	32.19	67.81	80	100
N° 16	1.190	173.03	11.54	43.73	56.27	50	85
N° 30	0.590	207.38	13.83	57.55	42.45	25	60
N° 50	0.300	278.64	18.58	76.13	23.87	5	30
N° 100	0.149	201.86	13.46	89.59	10.41	0	10
Base		156.19	10.41	100.00	0.00	M. Fineza:	3.16
Total		1500.00	-	-	-	W. Muestra (g):	1500



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version:	Fecha:
		01	15/02/2015
		Página	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: GR - 03

Fecha Emision: 15/07/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Material de cantera

FECHA : 15 de Julio de 2022

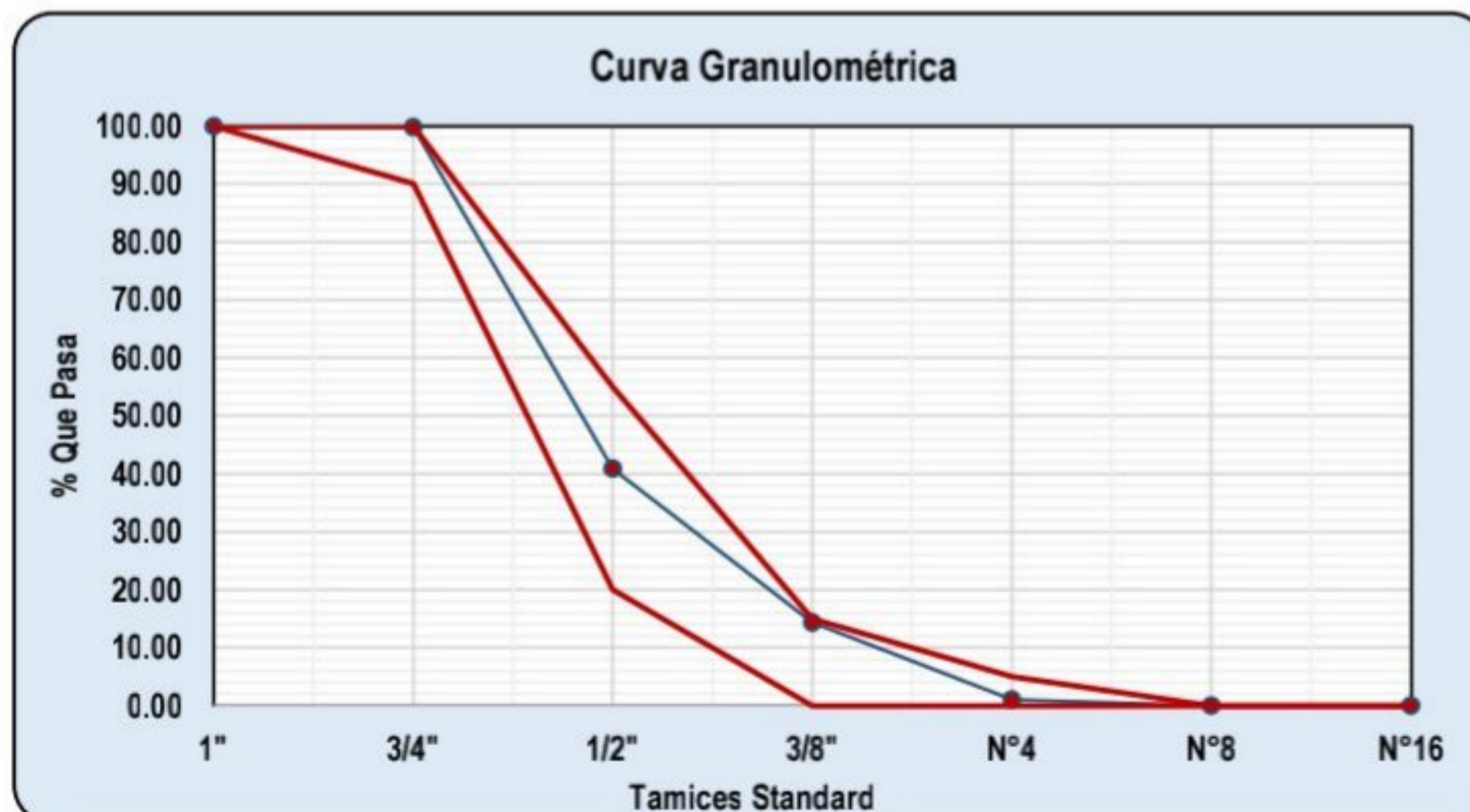
MATERIAL : Agregado Grueso

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación 6 (Tamaño Nominal 3/4" a 3/8")	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.000	8.91	0.16	0.16	99.84	90	100
1/2"	12.500	3240.48	58.92	59.08	40.92	20	55
3/8"	9.500	1464.46	26.63	85.71	14.29	0	15
N°4	4.750	730.14	13.28	98.98	1.02	0	5
N°8	2.360	56.01	1.02	100.00	0.00		
N°16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00		
N°30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00		
N°50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00		
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	T. Máximo:	1/2"
Total		5500.00	-	-	-	W. Muestra (g):	5500.00



Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Página	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: GR - 02

Fecha Emision: 15/07/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Material de cantera (Confitillo)

FECHA : 15 de Julio de 2022

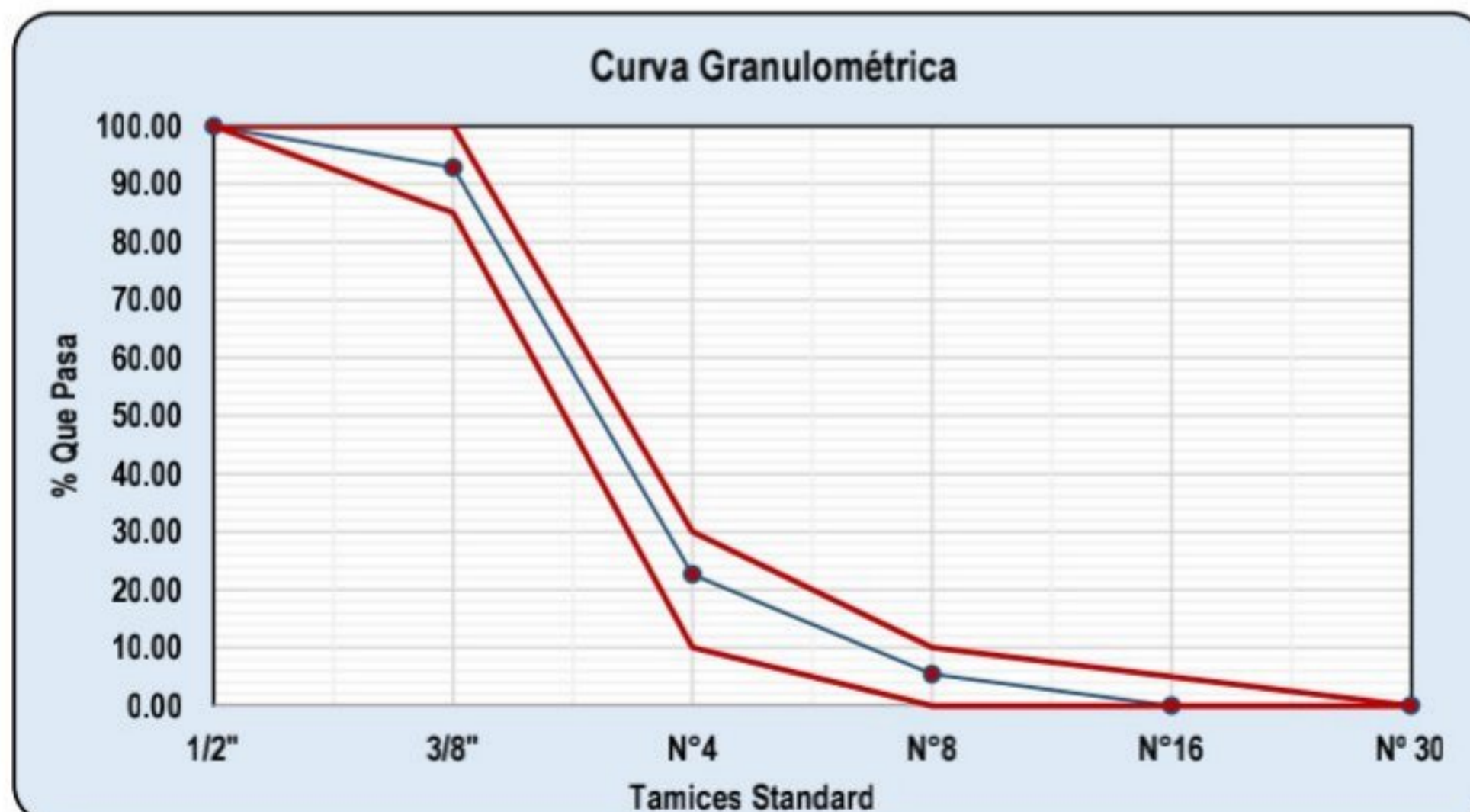
MATERIAL : Agregado Grueso

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación 8 (Tamaño Nominal 3/8" a N°8)	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	128.45	7.16	7.16	92.84	85	100
N°4	4.750	1259.04	70.22	77.38	22.62	10	30
N°8	2.360	308.00	17.18	94.56	5.44	0	10
N°16	1.180	97.51	5.44	100.00	0.00	0	5
N°30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00		
N°50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00		
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	T. Máximo:	3/8"
Total		1793.00	-	-	-	W. Muestra (g):	1793.00



Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

PESO UNITARIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version:	Fecha:
		01	15/02/2015
		Pagina	1 de 1
	Aprobado:	JRH	

Informe N°: PU - 01

Fecha Emision: 15/07/2022

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Material de Cantera

FECHA : 15 de Julio de 2022

MATERIAL : Agregado fino

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	1757
Alto (cm)	15.00
Diametro (cm)	15.50
Volumen (cc)	2830.379

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	6581	6510	6532
W.Suelo (g)	4824	4753	4775
Peso Unitario (g/cc)	1.704	1.679	1.687
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.690		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	6983	7056	7012
W.Suelo (g)	5226	5299	5255
Peso Unitario (g/cc)	1.846	1.872	1.857
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.858		

RESULTADOS
Peso Unitario Suelto (g/cc)
1.690
Peso Unitario Compactado (g/cc)
1.858

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version:	Fecha:
		01	15/02/2015
		Pagina	1 de 1
	Aprobado:	JRH	

Informe N°: PU - 02

Fecha Emision: 15/07/2022

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	MATERIAL : Agregado grueso
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	Km / Prog : -
MUESTRA : Material de cantera	PROF. : -
FECHA : 15 de Julio de 2022	MARGEN : -

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	1757
Alto (cm)	15.00
Diametro (cm)	15.50
Volumen (cc)	2830.379

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W. Suelo + Molde (g)	5583	5479	5490
W. Suelo (g)	3826	3722	3733
Peso Unitario (g/cc)	1.352	1.315	1.319
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.329		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W. Suelo + Molde (g)	6030	5997	6001
W. Suelo (g)	4273	4240	4244
Peso Unitario (g/cc)	1.510	1.498	1.499
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.502		

RESULTADOS
Peso Unitario Suelto (g/cc)
1.329
Peso Unitario Compactado (g/cc)
1.502

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

PESO ESPECÍFICO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: PE - 01

Fecha Emision: 15/07/2022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	Km / Prog : -
MUESTRA : Material de cantera	PROF. : -
FECHA : 15 de Julio de 2022	MARGEN : -

PESO ESPECIFICO DE LA PIEDRA

ITEM	PE-1	PE-2	PE-3
W. Tara (g)	181.520	188.970	183.260
W. Canastilla Sumergida (g)	986.880	986.510	986.030
W.Tara + Muestra SSS (g)	1705.480	1735.290	1692.500
W. canastilla + Muestra sumergida (g)	1926.730	1952.910	1940.520
W. Muestra SSS (g)	1523.960	1546.320	1509.240
W. Muestra SSS sumergida (g)	939.850	966.400	954.490
Volumen de la muestra SSS (cc)	584.110	579.920	554.750
Volumen de la muestra (cc)	577.170	572.960	548.240
Peso especifico de la masa (P_{em}) (g/cc)	2.597	2.654	2.709
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{essa}) (g/cc)	2.609	2.666	2.721
Peso especifico aparente (P_{ea}) (g/cc)	2.628	2.687	2.741
Peso especifico de la masa (P_{em}) (g/cc)		2.653	
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{essa}) (g/cc)		2.665	
Peso especifico aparente (P_{ea}) (g/cc)		2.685	

ABSORCION DE LA PIEDRA

ITEM	ABS-1	ABS-2	ABS-3
W. Tara + Muestra seca (g)	1698.540	1728.330	1685.990
W. Muestra Seca (g)	1517.020	1539.360	1502.730
Absorcion (%)	0.457	0.452	0.433
Absorcion (%)		0.448	

RESULTADOS
Peso especifico (g/cc)
2.685
Absorción (%)
0.448

GRAVEDAD ESPECÍFICA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: GE - 01

Fecha Emision: 15/07/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Cantera Arunta - Chagua

FECHA : 15 de Julio de 2022

MATERIAL : Agregado Fino

Km / Prog : -

PROF. : -

MARGEN : -

GRAVEDAD ESPECIFICA

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500	500	500
W. Tara (g)	122.56	126.15	130.92
W. Tara + Muestra SSS (g)	651.23	640.58	648.90
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	980.74	976.26	983.38
W. Fiola + Agua (g)	649.16	660.80	654.95
W. Muestra SSS (g)	528.67	514.43	517.98
Peso especifico aparente (g/cc)	2.650	2.553	2.698
Peso especifico SSS (g/cc)	2.682	2.585	2.733
Peso especifico nominal (g/cc)	2.738	2.638	2.795
Peso esp. aparente (g/cc)		2.634	
Peso especifico SSS (g/cc)		2.667	
Peso especifico nominal (g/cc)		2.724	

ABSORCION

ITEM	MUESTRAS		
	ABF-1	ABF-2	ABF-3
W. Tara + Muestra seca (g)	644.88	634.17	642.32
W. Muestra SSS(g)	528.67	514.43	517.98
W. Muestra Seca(g)	522.32	508.02	511.40
Absorción (%)	1.216	1.262	1.287
Absorción (Prom.)(%)		1.255	

RESULTADOS

Peso especifico (g/cc)

2.724

Absorción (%)

1.255

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

CONTENIDO DE HUMEDAD

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: CH - 03

Fecha Emision: 15/07/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	MATERIAL : Agregado Grueso
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	Km / Prog : -
MUESTRA : Material de cantera	PROF. : -
FECHA : 15 de Julio de 2022	MARGEN : -

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		1	2	3
1	W. Tara (g)	140.32	148.26	142.93
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1145.30	1162.97	1149.11
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	1142.46	1160.32	1146.18
4	W. Muestra Humeda (g)	1004.98	1014.71	1006.18
5	W. Muestra Seca (g)	1002.14	1012.06	1003.25
6	W. Agua (g)	2.84	2.65	2.93
7	Contenido de Humedad (%)	0.283	0.262	0.292
8	Contenido de Humedad (%)	0.279		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: CH - 01

Fecha Emision: 15/07/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	MATERIAL : Agregado Fino
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	Km / Prog : -
MUESTRA : Material de cantera	PROF. : -
FECHA : 15 de Julio de 2022	MARGEN : -

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		1	2	3
1	W. Tara (g)	41.29	42.13	45.64
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	563.19	546.88	567.40
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	558.15	542.16	562.39
4	W. Muestra Humeda (g)	521.90	504.75	521.76
5	W. Muestra Seca (g)	516.86	500.03	516.75
6	W. Agua (g)	5.04	4.72	5.01
7	Contenido de Humedad (%)	0.975	0.944	0.970
8	Contenido de Humedad (%)	0.963		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

DISEÑO DE MEZCLA

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO		CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version:	Fecha:	
		01	15/02/2015	
		Pagina	1 de 1	
	Aprobado:	JRH		

Informe N°: DM - 04

Fecha Emision: 01/08/2022

DISEÑO DE MEZCLA (CONCRETO)

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm²

FECHA : 1 de Agosto de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRAS		CONSIDERACIONES	
		Ag. Fino	Ag. Grueso		
1	Peso Especifico (g/cc)	2.724	2.685	Peso especifico (Cemento IP) (g/cc)	2.750
2	Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.690	1.329	Peso especifico (Agua) (g/cc)	1.000
3	Peso Unitario compactadao (g/cc)	1.858	1.502	Slump	3 @ 4
4	Tamaño Máximo	-	1/2"	Agua	222
5	Modulo de Fineza	3.160	-	Aire	2.50
6	Absorción (%)	1.255	0.448	Relacion Agua/Cemento	0.474
7	Contenido de humedad (%)	0.963	0.279	Vol. Agregado grueso	0.577

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)

CORRECCION POR HUMEDAD

CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	P.E. (m3)	Peso (kg)	CARACTERISTICAS (1+Humedad)	Vol. (m3)
Agua	0.222	1000.000	222.000	Agregado Grueso (Humedo)	1.003
Cemento	0.170	2750.000	468.354	Agregado Fino (Humedo)	1.010
Agregado Grueso (seco)	0.323	2685.000	866.654		
Agregado Fino (seco)	0.260	2724.000	708.003		
Aire	0.025	-	-		

Observación:
- El diseño esta sujeto solo para este tipo de material.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

CORRECCION POR ABSORCION

CORRECCION POR HUMEDAD - ABSORCION

CARACTERISTICAS	Humedad	Correc. Absor.	Vol. (m3)	CARACTERISTICAS	Vol. (m3)
Balance agua - Ag. Grueso	0.003	0.004	-0.002	Corrección agua - Ageregado Grueso	-1.469
Balance agua - Ag. Fino	0.010	0.013	-0.003	Corrección agua - Agregado Fino	-2.087

DISEÑO PARA 1.00 m3

CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Agregado Grueso	869.072
Agregado Fino	714.821
Cemento (11.02 Bls)	468.354
Agua	225.556
-	-
-	-

DISEÑO PARA 1 BOLSA DE CEMENTO

CARACTERISTICAS	Peso (kg)	Volumen (pie3)
Agregado Grueso	78.862	1.856
Agregado Fino	64.865	1.526
Cemento	42.500	1.000
Agua (litro)	20.468	20.468
-	-	-
-	-	-

DOSIFICACION (1 Bls cemento - pie3)

Agregado Grueso	1.856	Cemento	1.000	-	-
Agregado Fino	1.526	Agua (Litro)	20.468	-	-

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO		CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS		Version:	Fecha:
			01	15/02/2015
			Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH	

Informe N°: DM - 01

Fecha Emision: 01/08/2022

DISEÑO DE MEZCLA (CONCRETO)

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes
ESTUDIO : Tesis
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%
FECHA : 1 de Agosto de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRAS		CONSIDERACIONES	
		Ag. Fino	Ag. Grueso		
1	Peso Especifico (g/cc)	2.724	2.685	Peso especifico (Cemento IP) (g/cc)	2.750
2	Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.690	1.329	Peso especifico (Agua) (g/cc)	1.000
3	Peso Unitario compactadao (g/cc)	1.858	1.502	Slump Flow	650 mm
4	Tamaño Máximo	-	3/8"	Agua	243
5	Modulo de Fineza	3.160	-	Aire	3.00
6	Absorción (%)	1.255	0.448	Relacion Agua/Cemento	0.520
7	Contenido de humedad (%)	0.963	0.279	Vol. Agregado grueso	0.404

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)				CORRECCION POR HUMEDAD		
CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	P.E. (m3)	Peso (kg)	CARACTERISTICAS	(1+Humedad)	Vol. (m3)
Agua	0.243	1000.000	243.000	Agregado Grueso (Humedo)	1.003	608.501
Cemento	0.170	2750.000	467.308	Agregado Fino (Humedo)	1.010	910.521
Agregado Grueso (seco)	0.226	2685.000	606.808			
Agregado Fino (seco)	0.331	2724.000	901.837			
Aire	0.030	-	-			

Observación:
- El diseño esta sujeto solo para este tipo de material.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

CORRECCION POR ABSORCION				CORRECCION POR HUMEDAD - ABSORCION	
CARACTERISTICAS	Humedad	Correc. Absor.	Vol. (m3)	CARACTERISTICAS	Vol. (m3)
Balance agua - Ag. Grueso	0.003	0.004	-0.002	Corrección agua - Agregado Grueso	-1.028
Balance agua - Ag. Fino	0.010	0.013	-0.003	Corrección agua - Agregado Fino	-2.659

DISEÑO PARA 1.00 m3	
CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Agregado Grueso	608.501
Agregado Fino	910.521
Cemento (11 Bls)	467.308
Agua	222.020
Superplastificante	3.970
Incorporador de Aire	0.400

DISEÑO PARA 1 BOLSA DE CEMENTO		
CARACTERISTICAS	Peso (kg)	Volumen (pie3)
Agregado Grueso	55.341	1.302
Agregado Fino	82.809	1.948
Cemento	42.500	1.000
Agua (litro)	20.192	20.192
Superplastificante (litro)	0.301	0.301
Incorporador de Aire (litro)	0.035	0.035

DOSIFICACION (1 Bls cemento - pie3)					
Agregado Grueso	1.302	Cemento	1.000	Superplastificante (Litro)	0.301
Agregado Fino	1.948	Agua (Litro)	20.192	Incorporador de Aire (litro)	0.035

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO		CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS		Version:	Fecha:
			01	15/02/2015
			Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH	

Informe N°: DM - 01

Fecha Emision: 01/08/2022

DISEÑO DE MEZCLA (CONCRETO)

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%

FECHA : 1 de Agosto de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRAS		CONSIDERACIONES	
		Ag. Fino	Ag. Grueso		
1	Peso Especifico (g/cc)	2.724	2.685	Peso especifico (Cemento IP) (g/cc)	2.750
2	Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.690	1.329	Peso especifico (Agua) (g/cc)	1.000
3	Peso Unitario compactadao (g/cc)	1.858	1.502	Slump Flow	650 mm
4	Tamaño Máximo	-	3/8"	Agua	243
5	Modulo de Fineza	3.160	-	Aire	3.00
6	Absorción (%)	1.255	0.448	Relacion Agua/Cemento	0.520
7	Contenido de humedad (%)	0.963	0.279	Vol. Agregado grueso	0.404

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)				CORRECCION POR HUMEDAD		
CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	P.E. (m3)	Peso (kg)	CARACTERISTICAS	(1+Humedad)	Vol. (m3)
Agua	0.243	1000.000	243.000	Agregado Grueso (Humedo)	1.003	608.501
Cemento	0.170	2750.000	467.308	Agregado Fino (Humedo)	1.010	910.521
Agregado Grueso (seco)	0.226	2685.000	606.808			
Agregado Fino (seco)	0.331	2724.000	901.837			
Aire	0.030	-	-			

Observación:
- El diseño esta sujeto solo para este tipo de material.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

CORRECCION POR ABSORCION				CORRECCION POR HUMEDAD - ABSORCION	
CARACTERISTICAS	Humedad	Correc. Absor.	Vol. (m3)	CARACTERISTICAS	Vol. (m3)
Balance agua - Ag. Grueso	0.003	0.004	-0.002	Corrección agua - Agregado Grueso	-1.028
Balance agua - Ag. Fino	0.010	0.013	-0.003	Corrección agua - Agregado Fino	-2.659

DISEÑO PARA 1.00 m3

CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Agregado Grueso	608.501
Agregado Fino	910.521
Cemento (11 Bls)	467.308
Agua	222.020
Superplastificante	7.940
Incorporador de Aire	0.400

DISEÑO PARA 1 BOLSA DE CEMENTO

CARACTERISTICAS	Peso (kg)	Volumen (pie3)
Agregado Grueso	55.341	1.302
Agregado Fino	82.809	1.948
Cemento	42.500	1.000
Agua (litro)	20.192	20.192
Superplastificante (litro)	0.602	0.602
Incorporador de Aire (litro)	0.035	0.035

DOSIFICACION (1 Bls cemento - pie3)

Agregado Grueso	1.302	Cemento	1.000	Superplastificante (Litro)	0.602
Agregado Fino	1.948	Agua (Litro)	20.192	Incorporador de Aire (litro)	0.035

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO		CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS		Version:	Fecha:
			01	15/02/2015
			Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH	

Informe N°: DM - 01

Fecha Emision: 01/08/2022

DISEÑO DE MEZCLA (CONCRETO)

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes
ESTUDIO : Tesis
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%
FECHA : 1 de Agosto de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRAS		CONSIDERACIONES	
		Ag. Fino	Ag. Grueso		
1	Peso Especifico (g/cc)	2.724	2.685	Peso especifico (Cemento IP) (g/cc)	2.750
2	Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.690	1.329	Peso especifico (Agua) (g/cc)	1.000
3	Peso Unitario compactadao (g/cc)	1.858	1.502	Slump Flow	650 mm
4	Tamaño Máximo	-	3/8"	Agua	243
5	Modulo de Fineza	3.160	-	Aire	3.00
6	Absorción (%)	1.255	0.448	Relacion Agua/Cemento	0.520
7	Contenido de humedad (%)	0.963	0.279	Vol. Agregado grueso	0.404

VOLUMEN DE MATERIALES (SECO)				CORRECCION POR HUMEDAD		
CARACTERISTICAS	Vol. Abs. (m3)	P.E. (m3)	Peso (kg)	CARACTERISTICAS	(1+Humedad)	Vol. (m3)
Agua	0.243	1000.000	243.000	Agregado Grueso (Humedo)	1.003	608.501
Cemento	0.170	2750.000	467.308	Agregado Fino (Humedo)	1.010	910.521
Agregado Grueso (seco)	0.226	2685.000	606.808			
Agregado Fino (seco)	0.331	2724.000	901.837			
Aire	0.030	-	-			

Observación:
- El diseño esta sujeto solo para este tipo de material.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

CORRECCION POR ABSORCION				CORRECCION POR HUMEDAD - ABSORCION	
CARACTERISTICAS	Humedad	Correc. Absor.	Vol. (m3)	CARACTERISTICAS	Vol. (m3)
Balance agua - Ag. Grueso	0.003	0.004	-0.002	Corrección agua - Agregado Grueso	-1.028
Balance agua - Ag. Fino	0.010	0.013	-0.003	Corrección agua - Agregado Fino	-2.659

DISEÑO PARA 1.00 m3	
CARACTERISTICAS	Peso (kg)
Agregado Grueso	608.501
Agregado Fino	910.521
Cemento (11 Bls)	467.308
Agua	222.020
Superplastificante	11.920
Incorporador de Aire	0.400

DISEÑO PARA 1 BOLSA DE CEMENTO		
CARACTERISTICAS	Peso (kg)	Volumen (pie3)
Agregado Grueso	55.341	1.302
Agregado Fino	82.809	1.948
Cemento	42.500	1.000
Agua (litro)	20.192	20.192
Superplastificante (litro)	0.903	0.903
Incorporador de Aire (litro)	0.035	0.035

DOSIFICACION (1 Bls cemento - pie3)					
Agregado Grueso	1.302	Cemento	1.000	Superplastificante (Litro)	0.903
Agregado Fino	1.948	Agua (Litro)	20.192	Incorporador de Aire (litro)	0.035

ROTURAS DE PROBETAS DE CONCRETO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 01

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm²

FECHA MUESTREO : 06/08/2022

FECHA : 3 de Setiembre de 2022

FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.26	151.51
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.80	150.55
Altura de Briqueta M1 (mm)	303.63	302.86
Altura de Briqueta M2 (mm)	303.11	302.08
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.53	151.03
Altura de briqueta promedio (mm)	303.37	302.47
Area de la briqueta (mm ²)	17796.56	17914.98
Peso de la briqueta (g)	12601.00	12517.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	501.51	492.13
Esfuerzo de la compresora (Kg)	51139.79	50183.29
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.02	2.00
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	287.36	28.18	102.63	2333.98	280.00	Transversal o corte
M-02		280.12	27.47	100.04	2309.94		Transversal o corte
Promedio	28	283.74	27.83	101.34	2321.96	280.00	-
Desviación estandar:		0.50			Media aritmetica:		27.83
Coeficiente de variación:		1.80%			Rango (2 resultados):		2.55%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 02

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm²

FECHA MUESTREO : 06/08/2022

FECHA : 3 de Setiembre de 2022

FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	149.33	151.81
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.77	153.55
Altura de Briqueta M1 (mm)	300.62	301.93
Altura de Briqueta M2 (mm)	301.91	300.55
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.05	152.68
Altura de briqueta promedio (mm)	301.27	301.24
Area de la briqueta (mm ²)	17683.24	18308.56
Peso de la briqueta (g)	12591.00	12455.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	479.07	512.30
Esfuerzo de la compresora (Kg)	48851.54	52240.06
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.01	1.97
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	276.26	27.09	98.66	2363.47	280.00	Transversal o corte
M-02		285.33	27.98	101.90	2258.28	280.00	Transversal o corte
Promedio	28	280.80	27.54	100.28	2310.87	280.00	-
		Desviación estandar:	0.63			Media aritmetica:	27.54
		Coefficiente de variación:	2.28%			Rango (2 resultados):	3.23%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 03

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm²

FECHA MUESTREO : 06/08/2022

FECHA : 3 de Setiembre de 2022

FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.53	148.02
Diametro de briqueta M2 (mm)	151.22	149.41
Altura de Briqueta M1 (mm)	298.01	297.80
Altura de Briqueta M2 (mm)	299.48	298.88
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.88	148.72
Altura de briqueta promedio (mm)	298.75	298.34
Area de la briqueta (mm ²)	17878.23	17369.98
Peso de la briqueta (g)	12333.00	12789.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	498.10	496.83
Esfuerzo de la compresora (Kg)	50792.06	50662.56
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98	2.01
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	284.10	27.86	101.46	2309.10	280.00	Transversal o corte
M-02		291.67	28.60	104.17	2467.89		Transversal o corte
Promedio	28	287.88	28.23	102.82	2388.50	280.00	-
Desviación estandar:		0.52			Media aritmetica:		28.23
Coeficiente de variación:		1.86%			Rango (2 resultados):		2.63%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 04

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ²	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.66	150.53
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.20	150.89
Altura de Briqueta M1 (mm)	300.52	300.99
Altura de Briqueta M2 (mm)	302.05	301.73
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.43	150.71
Altura de briqueta promedio (mm)	301.29	301.36
Area de la briqueta (mm ²)	17772.92	17839.14
Peso de la briqueta (g)	12564.00	12698.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	488.65	500.02
Esfuerzo de la compresora (Kg)	49828.43	50987.85
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.00	2.00
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	280.36	27.49	100.13	2346.34	280.00	Transversal o corte
M-02		285.82	28.03	102.08	2361.98		Transversal o corte
Promedio	28	283.09	27.76	101.10	2354.16	280.00	-
		Desviación estandar:	0.38			Media aritmetica:	27.76
		Coefficiente de variación:	1.36%			Rango (2 resultados):	1.93%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 05

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022

SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes

ESTUDIO : Tesis

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm²

FECHA MUESTREO : 06/08/2022

FECHA : 3 de Setiembre de 2022

FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	149.73	151.63
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.12	152.60
Altura de Briqueta M1 (mm)	303.77	303.94
Altura de Briqueta M2 (mm)	302.19	305.69
Diametro de briqueta promedio (mm)	149.93	152.12
Altura de briqueta promedio (mm)	302.98	304.82
Area de la briqueta (mm ²)	17653.79	18173.31
Peso de la briqueta (g)	12515.00	12727.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	511.78	506.24
Esfuerzo de la compresora (Kg)	52187.04	51622.11
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.02	2.00
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	295.61	28.99	105.58	2339.80	280.00	Transversal o corte
M-02		284.05	27.86	101.45	2297.50		Transversal o corte
Promedio	28	289.83	28.42	103.51	2318.65	280.00	-
		Desviación estandar:	0.80			Media aritmetica:	28.42
		Coefficiente de variación:	2.82%			Rango (2 resultados):	3.99%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 06

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	149.64	150.55
Diametro de briqueta M2 (mm)	149.86	150.51
Altura de Briqueta M1 (mm)	303.28	300.57
Altura de Briqueta M2 (mm)	303.37	299.49
Diametro de briqueta promedio (mm)	149.75	150.53
Altura de briqueta promedio (mm)	303.33	300.03
Area de la briqueta (mm ²)	17612.60	17796.56
Peso de la briqueta (g)	12365.00	12437.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	568.50	562.24
Esfuerzo de la compresora (Kg)	57970.87	57332.52
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.03	1.99
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	329.14	32.28	117.55	2314.53	280.00	Transversal o corte
M-02		322.16	31.59	115.06	2329.24		Transversal o corte
Promedio	28	325.65	31.94	116.30	2321.89	280.00	-
	Desviación estandar:	0.48				Media aritmetica:	31.94
	Coefficiente de variación:	1.52%				Rango (2 resultados):	2.15%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 07

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	149.09	148.18
Diametro de briqueta M2 (mm)	148.61	148.95
Altura de Briqueta M1 (mm)	300.48	302.80
Altura de Briqueta M2 (mm)	302.41	300.83
Diametro de briqueta promedio (mm)	148.85	148.57
Altura de briqueta promedio (mm)	301.45	301.82
Area de la briqueta (mm ²)	17401.53	17334.96
Peso de la briqueta (g)	12608.00	12347.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	543.82	553.14
Esfuerzo de la compresora (Kg)	55454.21	56404.58
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.03	2.03
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	318.67	31.25	113.81	2403.54	280.00	Transversal o corte
M-02		325.38	31.91	116.21	2359.92	280.00	Transversal o corte
Promedio	28	322.03	31.58	115.01	2381.73	280.00	-
Desviación estandar:		0.47			Media aritmetica:		31.58
Coeficiente de variación:		1.47%			Rango (2 resultados):		2.08%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 08

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	151.54	151.27
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.44	151.90
Altura de Briqueta M1 (mm)	301.83	298.16
Altura de Briqueta M2 (mm)	302.94	300.14
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.99	151.59
Altura de briqueta promedio (mm)	302.39	299.15
Area de la briqueta (mm ²)	17905.49	18046.89
Peso de la briqueta (g)	12365.00	12785.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	579.72	565.98
Esfuerzo de la compresora (Kg)	59114.99	57713.90
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.00	1.97
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	330.15	32.38	117.91	2283.75	280.00	Transversal o corte
M-02		319.80	31.36	114.21	2368.15		Transversal o corte
Promedio	28	324.97	31.87	116.06	2325.95	280.00	-
	Desviación estandar:	0.72				Media aritmetica:	31.87
	Coefficiente de variación:	2.25%				Rango (2 resultados):	3.18%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 09

Fecha Emision: 03/09/2022

COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	149.49	151.94
Diametro de briqueta M2 (mm)	148.92	150.36
Altura de Briqueta M1 (mm)	303.33	305.46
Altura de Briqueta M2 (mm)	302.83	304.09
Diametro de briqueta promedio (mm)	149.21	151.15
Altura de briqueta promedio (mm)	303.08	304.78
Area de la briqueta (mm ²)	17484.64	17943.46
Peso de la briqueta (g)	12643.00	12456.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	555.82	566.75
Esfuerzo de la compresora (Kg)	56677.87	57792.42
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.03	2.02
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	324.16	31.79	115.77	2385.81	280.00	Transversal o corte
M-02		322.08	31.59	115.03	2277.68		Transversal o corte
Promedio	28	323.12	31.69	115.40	2331.75	280.00	-
Desviación estandar:		0.14				Media aritmetica:	31.69
Coeficiente de variación:		0.45%				Rango (2 resultados):	0.64%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 10

Fecha Emision: 03/09/2022

COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 1% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	151.89	150.29
Diametro de briqueta M2 (mm)	151.38	149.84
Altura de Briqueta M1 (mm)	301.39	299.74
Altura de Briqueta M2 (mm)	300.23	298.55
Diametro de briqueta promedio (mm)	151.64	150.07
Altura de briqueta promedio (mm)	300.81	299.15
Area de la briqueta (mm ²)	18058.80	17686.78
Peso de la briqueta (g)	12540.00	12308.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	592.05	569.10
Esfuerzo de la compresora (Kg)	60372.30	58032.05
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98	1.99
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	334.31	32.78	119.40	2308.43	280.00	Transversal o corte
M-02		328.11	32.18	117.18	2326.25		Transversal o corte
Promedio	28	331.21	32.48	118.29	2317.34	280.00	-
Desviación estandar:		0.43			Media aritmetica:		32.48
Coeficiente de variación:		1.32%			Rango (2 resultados):		1.87%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 11

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	151.48	150.26
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.02	150.61
Altura de Briqueta M1 (mm)	300.49	300.09
Altura de Briqueta M2 (mm)	299.31	300.08
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.75	150.44
Altura de briqueta promedio (mm)	299.90	300.09
Area de la briqueta (mm ²)	17848.62	17774.10
Peso de la briqueta (g)	12405.00	12596.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	657.10	631.19
Esfuerzo de la compresora (Kg)	67005.55	64363.47
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.99	1.99
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	375.41	36.82	134.08	2317.48	280.00	Transversal o corte
M-02		362.12	35.51	129.33	2361.57		Transversal o corte
Promedio	28	368.76	36.16	131.70	2339.52	280.00	-
Desviación estandar:		0.92			Media aritmetica:		36.16
Coeficiente de variación:		2.55%			Rango (2 resultados):		3.60%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 12

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.51	150.44
Diametro de briqueta M2 (mm)	148.57	151.80
Altura de Briqueta M1 (mm)	299.44	301.62
Altura de Briqueta M2 (mm)	301.26	299.79
Diametro de briqueta promedio (mm)	149.54	151.12
Altura de briqueta promedio (mm)	300.35	300.71
Area de la briqueta (mm ²)	17563.24	17936.34
Peso de la briqueta (g)	12521.00	12409.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	633.65	640.68
Esfuerzo de la compresora (Kg)	64614.32	65331.18
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.01	1.99
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	367.90	36.08	131.39	2373.60	280.00	Transversal o corte
M-02		364.24	35.72	130.09	2300.71		Transversal o corte
Promedio	28	366.07	35.90	130.74	2337.15	280.00	-
Desviación estandar:		0.25			Media aritmetica:		35.90
Coeficiente de variación:		0.71%			Rango (2 resultados):		1.00%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 13

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.81	150.48
Diametro de briqueta M2 (mm)	152.65	148.62
Altura de Briqueta M1 (mm)	300.09	303.11
Altura de Briqueta M2 (mm)	299.64	302.31
Diametro de briqueta promedio (mm)	151.73	149.55
Altura de briqueta promedio (mm)	299.87	302.71
Area de la briqueta (mm ²)	18081.43	17565.59
Peso de la briqueta (g)	12406.00	12572.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	661.75	631.83
Esfuerzo de la compresora (Kg)	67479.72	64428.73
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98	2.02
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	373.20	36.60	133.29	2288.09	280.00	Transversal o corte
M-02		366.79	35.97	131.00	2364.37	280.00	Transversal o corte
Promedio	28	369.99	36.28	132.14	2326.23	280.00	-
Desviación estandar:		0.44			Media aritmetica:		36.28
Coeficiente de variación:		1.22%			Rango (2 resultados):		1.73%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 14

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.22	151.90
Diametro de briqueta M2 (mm)	149.25	152.33
Altura de Briqueta M1 (mm)	304.18	300.87
Altura de Briqueta M2 (mm)	303.39	300.96
Diametro de briqueta promedio (mm)	149.74	152.12
Altura de briqueta promedio (mm)	303.79	300.92
Area de la briqueta (mm ²)	17609.07	18173.31
Peso de la briqueta (g)	12794.00	12670.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	651.08	656.34
Esfuerzo de la compresora (Kg)	66391.68	66928.05
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.03	1.98
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	377.03	36.97	134.65	2391.68	280.00	Transversal o corte
M-02		368.28	36.12	131.53	2316.85		Transversal o corte
Promedio	28	372.65	36.54	133.09	2354.27	280.00	-
Desviación estandar:		0.61			Media aritmetica:		36.54
Coeficiente de variación:		1.66%			Rango (2 resultados):		2.35%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 15

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 2% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	151.42	149.81
Diametro de briqueta M2 (mm)	152.84	149.86
Altura de Briqueta M1 (mm)	302.85	303.35
Altura de Briqueta M2 (mm)	301.83	302.30
Diametro de briqueta promedio (mm)	152.13	149.84
Altura de briqueta promedio (mm)	302.34	302.83
Area de la briqueta (mm ²)	18176.89	17632.60
Peso de la briqueta (g)	12386.00	12619.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	658.05	644.00
Esfuerzo de la compresora (Kg)	67102.43	65669.72
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.99	2.02
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	369.16	36.20	131.84	2253.80	280.00	Transversal o corte
M-02		372.43	36.52	133.01	2363.29		Transversal o corte
Promedio	28	370.80	36.36	132.43	2308.55	280.00	-
Desviación estandar:		0.23			Media aritmetica:		36.36
Coeficiente de variación:		0.62%			Rango (2 resultados):		0.88%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 16

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	149.71	150.31
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.83	151.16
Altura de Briqueta M1 (mm)	299.16	299.09
Altura de Briqueta M2 (mm)	300.04	298.79
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.27	150.74
Altura de briqueta promedio (mm)	299.60	298.94
Area de la briqueta (mm ²)	17735.13	17845.06
Peso de la briqueta (g)	12627.00	12666.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	577.69	604.79
Esfuerzo de la compresora (Kg)	58907.99	61671.42
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.99	1.98
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	332.15	32.57	118.63	2376.42	280.00	Transversal o corte
M-02		345.59	33.89	123.43	2374.31		Transversal o corte
Promedio	28	338.87	33.23	121.03	2375.37	280.00	-
	Desviación estandar:	0.93				Media aritmetica:	33.23
	Coefficiente de variación:	2.80%				Rango (2 resultados):	3.97%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 17

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.91	150.39
Diametro de briqueta M2 (mm)	150.47	150.01
Altura de Briqueta M1 (mm)	298.69	303.91
Altura de Briqueta M2 (mm)	299.02	303.16
Diametro de briqueta promedio (mm)	150.69	150.20
Altura de briqueta promedio (mm)	298.86	303.54
Area de la briqueta (mm ²)	17834.41	17718.61
Peso de la briqueta (g)	12498.00	12508.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	602.94	575.06
Esfuerzo de la compresora (Kg)	61482.77	58639.80
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98	2.02
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	344.74	33.81	123.12	2344.88	280.00	Transversal o corte
M-02		330.95	32.46	118.20	2325.68		Transversal o corte
Promedio	28	337.85	33.13	120.66	2335.28	280.00	-
Desviación estandar:		0.96			Media aritmetica:		33.13
Coeficiente de variación:		2.89%			Rango (2 resultados):		4.08%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 18

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	150.32	150.35
Diametro de briqueta M2 (mm)	148.89	149.28
Altura de Briqueta M1 (mm)	299.64	302.29
Altura de Briqueta M2 (mm)	300.01	303.43
Diametro de briqueta promedio (mm)	149.61	149.82
Altura de briqueta promedio (mm)	299.83	302.86
Area de la briqueta (mm ²)	17578.51	17627.90
Peso de la briqueta (g)	12342.00	12445.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	584.14	589.52
Esfuerzo de la compresora (Kg)	59565.70	60114.31
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.00	2.02
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	338.86	33.23	121.02	2341.72	280.00	Transversal o corte
M-02		341.02	33.44	121.79	2331.05		Transversal o corte
Promedio	28	339.94	33.34	121.41	2336.39	280.00	-
Desviación estandar:		0.15			Media aritmetica:		33.34
Coeficiente de variación:		0.45%			Rango (2 resultados):		0.64%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 19

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	151.74	150.37
Diametro de briqueta M2 (mm)	151.83	148.77
Altura de Briqueta M1 (mm)	302.65	301.48
Altura de Briqueta M2 (mm)	302.34	301.90
Diametro de briqueta promedio (mm)	151.79	149.57
Altura de briqueta promedio (mm)	302.50	301.69
Area de la briqueta (mm ²)	18094.54	17570.29
Peso de la briqueta (g)	12462.00	12346.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	605.05	570.12
Esfuerzo de la compresora (Kg)	61697.73	58136.06
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.99	2.02
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	340.97	33.44	121.78	2276.78	280.00	Transversal o corte
M-02		330.88	32.45	118.17	2329.09		Transversal o corte
Promedio	28	335.93	32.94	119.97	2302.94	280.00	-
Desviación estandar:		0.70			Media aritmetica:		32.94
Coeficiente de variación:		2.13%			Rango (2 resultados):		3.01%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Página: 1 de 1	
		Aprobado: JRH	

Informe N°: CPC - 20

Fecha Emision: 03/09/2022

**COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS
ASTM C-39**

PROYECTO : Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022	
SOLICITANTE : Rodrigo Virruet Paredes	
ESTUDIO : Tesis	
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna	
MUESTRA : Diseño de mezcla $f_c=280$ kg/cm ² Aditivo Superplastificante Sikament – 290N al 3% y Aditivo Incorporador de Aire SikaAer al 0.1%	FECHA MUESTREO : 06/08/2022
FECHA : 3 de Setiembre de 2022	FECHA ROTURA : 03/09/2022

DATOS DEL DISEÑO DE CONCRETO

Resistencia del Concreto (F'c): 280 Kg/cm²
Edad de la Muestra: 28 Días

PROBETAS DE CONCRETO		
Item	M-01	M-02
Diametro de briqueta M1 (mm)	151.21	151.36
Diametro de briqueta M2 (mm)	151.14	149.83
Altura de Briqueta M1 (mm)	298.85	301.67
Altura de Briqueta M2 (mm)	300.76	302.83
Diametro de briqueta promedio (mm)	151.18	150.60
Altura de briqueta promedio (mm)	299.81	302.25
Area de la briqueta (mm ²)	17949.40	17811.93
Peso de la briqueta (g)	12521.00	12733.00
Esfuerzo de la compresora (KN)	585.50	595.66
Esfuerzo de la compresora (Kg)	59704.38	60740.42
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98	2.01
Factor de corrección de resistencia:	1.00	1.00

RESULTADOS

ITEM	Edad (días)	Resistencia a la compresión			Densidad kg/m ³	Resistencia del concreto (F'c) kg/cm ²	Tipo de fallas
		kg/cm ²	MPA	%			
M-01	28	332.63	32.62	118.80	2326.75	280.00	Transversal o corte
M-02		341.01	33.44	121.79	2365.12		Transversal o corte
Promedio	28	336.82	33.03	120.29	2345.94	280.00	-
	Desviación estandar:	0.58				Media aritmetica:	33.03
	Coefficiente de variación:	1.76%				Rango (2 resultados):	2.49%

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.