



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis Comparativo de Diseño de Concreto Bordillo para
ser Extruido y Aplicado en Presa de Relaves, Proyecto
Toromocho, 2019.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Ramos Calle, Omar (ORCID: 0000-0002-8302-4483)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Agradeciendo a nuestro Dios, por bendecirnos con la existencia y fortalecernos en cada día de nuestra vivencia. A mi esposa y a mis hijos, que con su apoyo me dieron el soporte para mantenerme constante en este reto de superación. A mis Padres, que estando lejos, siempre daban su voz de aliento en no caer en el fracaso.

Agradecimientos

Agradezco a mis hijos, esposa, a mis padres y a mis demás familiares por ese apoyo inmenso. A los ingenieros Juan Harman C. y Sergio Arciniega P. de la empresa Firth, en la cual adquirí la experiencia del rubro de concreto premezclado y que posteriormente me brindaron su apoyo para poder iniciar y culminar este reto de superación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	20
3.3 POBLACIÓN; MUESTRA, MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	22
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
3.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	23
3.6 ASPECTOS ÉTICOS	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	48
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	8
Tabla 2	9
Tabla 3	10
Tabla 4	12
Tabla 5	13
Tabla 6	13
Tabla 7	15
Tabla 8	21
Tabla 9	23
Tabla 10	30
Tabla 11	30
Tabla 12	31
Tabla 13	32
Tabla 14	33
Tabla 15	34
Tabla 16	34
Tabla 17	35
Tabla 18	36
Tabla 19	36
Tabla 20	37
Tabla 21	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Colocación del concreto bordillo	2
Figura 2 Concreto curb - desempeño inadecuado	3
Figura 3 Resistencia promedio cuando hay datos, para desviación estándar.....	11
Figura 4 Resistencia promedio cuando no hay datos, para desviación estándar.....	12
Figura 5 Grafico estadístico de la resistencia de concreto curb – 4MPa a 28 días.....	15
Figura 6 Análisis Granulométrico y Malla 200 a la Arena concreto bordillo, pasante malla 200 entre 18% a 22%	26
Figura 7 Análisis Granulométrico y Malla 200 a la Arena Concreto Estructural, pasante malla 200 de 10.8%.	27
Figura 8 Análisis Granulométrico y Malla 200 ^a la Piedra Huso 67	28
Figura 9 Asentamiento Diseño B: Utilizando % Pasante de Malla 200 – 10.8%.....	32
Figura 10 Análisis de varianza de un factor	39
Figura 11 Control de ensayos de resistencia (7 días y 28 días) 40kg/cm ²	40

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido y aplicado en presas de relaves, proyecto Toromocho. Para lograr obtener el comportamiento requerido del concreto bordillo, se estableció realizar un comparativo de diseños de mezclas, donde se consideró utilizar valores de finos excesivos pasante la malla N°200 (10.8 % y 19.5%), para lograr obtener la consistencia trabajable y de buena plasticidad. La inclusión de estos finos, llevaría probablemente a un consumo adicional agua en la mezcla, lo cual podría ocasionar una baja resistencia. Debido a esto y para mantener la resistencia del concreto deseada, se determinó variar la cantidad de cemento por metro cúbico en función a lo recomendado, donde fueron de 95 kg, 105 kg, y 110 kg. Con variación de estos valores se determinó realizar los siguientes diseños: Diseño A, Diseño B, Diseño C y Diseño D, donde mediante ensayos en relación con la metodología de la investigación, se obtendría el diseño adecuado que cumpla con los requerimientos establecidos para poder ser extruido y colocado en la presa de relaves.

Palabras clave: concreto bordillo, extruido, diseño de mezcla, cemento, resistencia.

Abstract

The objective of the research was to determine the comparative analysis of concrete curb design to make extruded and applied in tailings dams, Toromocho project. To achieve the required behavior of curb concrete, it was established to make a comparative mix designs, where it was considered to use values of excessive fines through the mesh No. 200 (10.8% and 19.5%), to achieve the workable consistency and good plasticity. The inclusion of these fines, would probably lead to an additional consumption of water in the mixture, which could cause a low resistance. Due to this and to maintain the strength of the desired concrete, it was determined to vary the amount of cement per cubic meter according to the recommended, where they were 95 kg, 105 kg, and 110 kg. With variation of these values it was determined to make the following designs: Design A, Design B, Design C and Design D, where by means of tests in relation to the methodology of the investigation, the appropriate design would be obtained that meets the requirements established to be a concrete curb in the tailings dam.

Keywords: concrete curb, extruded, mix design, cement, strength.

I. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Toromocho de propiedad de la MINERA CHINALCO PERÚ S.A, se encuentra ubicado a 4500 msnm en Morococha, provincia de Yauli, Región Junín. Como parte del mega proyecto está la construcción de una presa para el depósito de sus relaves, en el cual para obtener unos los materiales para su construcción, contrató a la empresa especialista en fabricación de concreto premezclado Concremax, para que le produzca concreto bordillo, para ser extruido.

Los concretos bordillos extruidos son usados para proporcionar un mejor soporte a la cara de concreto pantalla o proteger a los materiales (filtro, transición) evitando la erosión y la segregación. (Cáceres, 2016, p.49)

La presente investigación analizó el comparativo del diseño de mezclas de concreto bordillo, esto con el fin de poder obtener el comportamiento adecuado de la mezcla, para que sea aplicado en el dique la presa de relaves.



Figura 1 Colocación del concreto bordillo

Fuente: Google - Stracom 2012

Se seguirá el procedimiento de diseño de mezcla, aplicando el método ACI 211 “Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y masivo”, con este método mediante el uso de tablas y determinados valores como el tipo de cemento, tamaño máximo del agregado grueso, módulo de fineza del agregado fino y características físicas en general, llegaremos a obtener la relación agua/cemento, rango de asentamiento, la resistencia requerida y la cantidad de materiales que compondrán el volumen en un metro cúbico de concreto. Posteriormente se medirá el comportamiento de concreto mediante ensayos en estado fresco y endurecido, con la finalidad de verificar la óptima consistencia,

durabilidad y resistencia. (Toro, 2017, p.17)

El concreto como uno de los materiales de mayor uso en la construcción, siempre estará sujeto a cambios en el comportamiento de su desempeño, esto debido a la variedad de tipo de concretos que se aplican en la actualidad. Hay concretos especiales que requieren ciertas características adicionales, de los cuales siempre se busca esté relacionado a la resistencia, durabilidad y consistencia. La influencia del uso de aditivos aporta enormemente en conseguir lo antes mencionado.

El concreto de baja resistencia llega a tener un contenido bajo de cemento, el cual presenta el problema de no tener una buena performance en el concreto, debido a la falta de finos en la mezcla. Es por ello que se analizará realizar los diseños de mezclas con agregados que tengan elevado contenido de finos pasante la malla N°200 y que estos finos no sean perjudicables en la calidad del concreto.



Figura 2 Concreto curb - desempeño inadecuado

Fuente: Stracom - Google

El concreto bordillo a pesar de ser de baja resistencia (menores a 100 kg/cm²), es hasta cierto punto un concreto especial por las características que necesita para ser extruido, donde al momento de su colocación debe tener un asentamiento no mayor a 2" (apariencia casi seca) y sobre todo ser una mezcla trabajable, tener plasticidad y buena textura para su colocación.

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración de la presente investigación, se revisó tesis relacionadas a procesos de construcciones de presas, si bien los títulos de las tesis referenciadas no encuentran similitud al proyecto, pero el desarrollo y la esencia de éstas dan soporte a la investigación.

De acuerdo a lo antes descrito, cito como antecedentes Internacionales a las siguientes investigaciones:

Díaz (2014), en su tesis de título “Validación de un modelo numérico de diseño de presas de enrocado con cara de concreto a partir de la Instrumentación Geotécnica Caso Porce III”, nos indica como parte del proceso de enrocado de la presa, en referencia al Capítulo 6 - Descripción del Modelo de Elementos Finitos, que el concreto bordillo se diseñó a partir de un modelo constitutivo elástico con los siguientes parámetros: Módulo de Young = 3 GPa. Relación de Poisson = 0.3 y Peso unitario = 2141 kg/m³.

Obteniendo resultados de resistencia a la compresión de varios proyectos similares, se estimó una resistencia promedio de 38 kg/cm².

Medina (2012), que presenta como título de tesis “Análisis sísmico de presa enrocadas con pantalla de hormigón – caso Presa Mazar”, nos menciona como parte de su proceso constructivo del relleno de enrocado, utilizaron el método de bordillos, donde actualmente se viene usando en las presas de tipo CFRD. Los bordillos son considerados como concreto de baja resistencia aproximadamente de 25 kg/cm², donde son elaborados industrialmente por una concretera, que a su vez lo coloca mediante un mixer a lo largo del dique, que servirá como base de apoyo del concreto pantalla.

Barrena y Cortés (2011), en su tesis “CONSTRUCCIÓN DE LA CORTINA DE ENROCAMIENTO CON CARA DE CONCRETO DEL P.H. LA YESCA”, como parte de su objetivo es determinar el enrocamiento de cara de concreto mediante el diseño de diversas alternativas de construcción y como parte de las conclusiones presenta La tendencia actual en el diseño y construcción de presas en el mundo se ha inclinado por las presas de Enrocamiento con Cara de Concreto y de CCR. El motivo de esta tesis fue analizar la factibilidad técnica y económica, con lo que relaciona un rendimiento positivo y de bajo costo, refiriéndose a los constructores de la presa Itá – Brasil, que desarrollaron un método para proteger al material 2B (filtros), evitando la erosión y la segregación. Esta

técnica desarrollada por primera vez consiste en la colocación de concreto bordillo extruido, que es compuesto por cemento, arena, piedra $\frac{3}{4}$ " y agua. Y los beneficios que presentan este método son:

- Mínima segregación.
- Protección inmediata en contra de la erosión.
- Optimización de equipo de construcción.
- Método seguro de la actividad para el personal.
- Mayor producción, logrando colocar hasta 2 capas al día de 500 m de largo.

Como antecedentes nacionales relacionados a la presente investigación cito a los siguientes:

Gutiérrez (2015), en su informe técnico para obtención del título profesional, que tiene como título "Operación de la presa de relaves del proyecto toromocho", presentó como objetivos principales es disponer los relaves garantizando el cumplimiento de las regulaciones ambientales, permisos y normas vigentes; disponer los relaves siguiendo el plan de disposición, con el objetivo de mantener la estabilidad física de la Presa de Relaves, indicando como una de las recomendaciones de optimizar las variables de proceso sumamente importante para obtener un manejo de relaves óptimo y recuperación de agua de procesos eficiente. Y en el informe nos menciona que, como parte previa de la construcción de la presa de relaves, consideraron el uso del concreto curb o bordillo, donde fue aplicado para el soporte y estabilización del material filtro ubicado en el talud del dique de la presa aguas arriba. Considerando 95 kilos de cemento tipo V por metro cúbico en el diseño de mezcla del concreto, teniendo un tamaño máximo nominal de 20 mm en el agregado.

Cáceres (2016), en su tesis de título "Análisis y comparación de procesos constructivos de la pantalla de concreto armado con regla deslizante en la presa de la central hidroeléctrica de Chaglla", cuyo objetivo general del estudio es describir y analizar los aprendizajes derivados del uso del sistema de encofrados deslizantes como una alternativa en la construcción de la pantalla de la presa de la CH Chaglla, aplicando la metodología cuantitativa, donde parte de su conclusión menciona resultados favorables en el rendimiento y costo del proceso constructivo utilizando la regla deslizante, y como una de

sus recomendaciones indica la importancia en hacer un análisis de restricción de actividades, ya que, si no se culminan estas, se forman cuellos de botella que demorarán el tiempo de construcción y por ende encarecerán el proyecto, a su vez hace mención que como parte de su proceso constructivo, utilizaron bordillos de concreto extruido como plataforma de trabajo en la colocación de armaduras.

Perez y Vasconcellos(2017), en su investigación sobre la Evaluación de Tres Alternativas de Proyecto de Presa para el Embalse Palo Redondo, presento como objetivo principal la evaluación y comparación de tres alternativas al proyecto de presa teniendo en consideración los aspectos técnicos, económicos y socio-ambientales; su investigación concluyo describiendo la importancia de emplear estudios previos que garanticen un nivel óptimo de calidad, donde se representen las condiciones reales de la quebrada permitiendo a los resultados que se obtuvieron del análisis lo más aproximados a lo real. Finalmente en las recomendaciones resalta la estimación de los tiempos de construcción de cada alternativa, recomendando desarrollar cronogramas que consideren aquellas actividades de mayor importancia para estimar con mayor precisión, con lo cual relaciona que para el sostenimiento de la losa de concreto, se aplicó una técnica diseñada en Brasil, que se denomina concreto extruido, donde da soporte y evita problemas de segregación por la compactación en el material 2B. Definiéndolo como un concreto pobre (70 – 75 kilos de cemento por metro cúbico), que se va formando en un cordón horizontal al borde del talud, con una máquina extrusora para concreto.

De las Teorías relacionadas al tema, en el cual se tiene en consideración a cada una de las variables utilizadas en la investigación se detalla lo siguiente:

Variable 1: Análisis comparativo de diseños de concreto bordillo.

Agregados: En este caso los agregados para el concreto, son procesados mediante el chancado y/o trituración, donde el material raíz es proporcionado de una cantera propia de la mina. Del proceso de estos materiales se obtuvo una arena y piedra ¾” para concreto estructurales y también arena de rechazo con altos contenido de finos, es justamente este último material que tendrá mayor presencia en la investigación. La calidad de estos materiales brindara un aporte positivo en la durabilidad del concreto, debido a que los agregados son producidos de material de carbonato de calcio (CaCO₃).

Gallo y Saavedra (2015). Define a la caliza (carbonato de calcio CaCO₃), como una roca lodosa de menor compactación que el mármol, compuesta, en gran parte, por carbonato cálcico. Existe en abundancia y sus orígenes podrían ser orgánico o químico. No es un material que tiene como procedencia una arcilla o un limo que posteriormente pueden tener la propiedad de contraerse y expandirse generando una fisuración interna y/o externa de la estructura.

Agregados finos: Considerado material pasante el tamiz N°4, deriva de segregación natural o artificial donde mediante su gradación debe estar de acuerdo a la tabla N°1, donde a la vez se obtiene el módulo de fineza, rango que debe de estar comprendido entre 2.6 a 3.1.(ASTM C136 /NTP 400.037)

Agregados Grueso: Definido como el total retenido en el tamiz N°4, formado por partículas de orígenes naturales o procesados, cuyos parámetros son definidos en la tabla 2. (ASTM C136/NTP 400.037).

Características físicas de agregados para diseño de mezcla:

Análisis granulométrico: Método para determinar la gradación de partícula de los agregados grueso y fino, mediante el proceso de tamizado mecánico o manual. (NTP 400.012)

Tabla 1

Granulometría del agregado fino

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

Fuente: ASTM C33

Tabla 2
Requisitos granulométricos para el agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4")	90 mm (3 ½")	75 mm (3")	63 mm (2 ½")	50 mm (2")	37,5 mm (1½")	25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	9,5 mm (¾")	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½" a 1 ½")	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2" a 1")	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2" a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1½" a ¾")	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½" a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1" a ½")	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1" a 3/8")	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1" a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾" a 3/8")	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾" a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 7,5mm (½" a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (¾" a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (½" a 3/8")	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C33

Material fino que pasa el tamiz N° 200: Determina por el método de lavado el material fino o polvo del agregado, que pasa el tamiz N° 200. (NTP 400.018). Cálculo de porcentaje de finos que pasa el tamiz N°200.

$$\% \text{ de finos pasante malla} = \frac{\text{Peso muestra original seca (g.)} - \text{Peso muestra seca después de lavado (g.)}}{\text{Peso muestra original seca (g.)}} \times 100$$

Peso unitario suelto y compactado: Este tipo de ensayo se usa para decretar el valor del

peso unitario compactado y suelto que guarda relación con los métodos de diseños de mezcla de concreto. Donde se considera el recipiente a usar de acuerdo al máximo tamaño nominal del agregado, de acuerdo a la tabla N° 3.

Tabla 3

Capacidad del volumen del recipiente

TAMANO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	
mm	pulgadas	L(m3)	p3
12,5	½	2,8 (0,0028)	1/10
25,0	1	9,3 (0,0093)	1/3
37,5	1 ½	14,0 (0,014)	1/2
75,0	3	28,0 (0,028)	1
112,0	4 ½	70,0 (0,070)	2 1/2
150,0	6	100,0 (0,100)	3 1/2

$$PU \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del agregado (kg.)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

El peso específico y la absorción: Este tipo de método de ensayo determina el peso definido y saturado superficialmente seco de todas las partículas del agregado fino y de igual forma del agregado grueso retenido hasta el tamiz N°4, donde al inicio del ensayo deberán estar previamente saturado por 24 horas. (ASTM C127/ASTM C128).

Estos valores son considerados para hallar las cantidades de agregados que van ingresar en la dosificación de materiales de un metro cúbico de concreto.

Contenido de humedad: Es el ensayo encargado de determinar el porcentaje de agua superficial y absorbida por la partícula del agregado, porcentaje de cantidad de agua que influye en la elaboración inicial y corrección del diseño de mezcla. (ASTM C566/NTP 339.185).

Como materiales complementarios y consideraciones que se debe considerar para desarrollar el diseño de las mezclas tenemos en cuenta los siguientes elementos:

Cemento: Material cementante, que, al juntarse con los agregados, agua y aditivos, libera una propiedad química en la mezcla presentando una apariencia plástica, que,

posteriormente pasando a un estado sólido, le dará dureza y resistencia. (ASTM C150).

Agua: Elemento que se utiliza para reaccionar las propiedades químicas de los materiales cementantes. Este componente no debe contener cantidades perjudiciales de aceite, ácido u otras sustancias deletéreas. (NTP 339.114 – ASTM C94).

Aditivos: Son considerados como elementos que mejoran las propiedades del concreto, se presentan en varios tipos como; plastificantes, superplastificantes, acelerantes, impermeabilizantes, retardantes, incorporadores de aire, etc. (ASTM C494).

Diseño de mezcla (ACI 211): Aplicar el método ACI 211, consiste en proporcionar y realizar ensayos de mezclas, relacionadas en el control de la relación agua-cemento y considerando las causas que afectan al concreto en relación a sus componentes (cemento, granulometría y propiedades del agregado, etc.). Las propiedades del concreto se verifican mediante la práctica de ensayos, donde con la obtención de resultados se realizan los ajustes que requiere el diseño, para posteriormente obtener las proporciones adecuadas. (Gallo y Saavedra, 2015).

La dosificación de los materiales debe considerar lo siguiente para lograr:

- Trabajabilidad y consistencia que permita al concreto poder desenvolverse fácilmente dentro del encofrado.
- Resistencia a consideraciones especiales.
- Obtención de resultados de resistencia de acuerdo a los requisitos establecidos.

Resistencia promedio requerida: La resistencia promedio requerida debe ser determinada, cuando hay datos para establecer una desviación estándar. (ACI 318-08)

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2) $f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s$ (5-1) $f'_{cr} = f'_c + 2.33s_s - 3.5$ (5-2)
$f'_c > 35$	Usar el mayor valor obtenido con las ecuaciones (5-1) y (5-3) $f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s$ (5-1) $f'_{cr} = 0.90f'_c + 2.33s_s$ (5-3)

Figura 3 Resistencia promedio cuando hay datos, para desviación estándar.

Fuente: ACI 318-08

Cuando no se cuenta con información de resultados a compresión, la determinación de la resistencia promedio requerida se obtendrá mediante la siguiente tabla: (ACI 318-08)

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8.3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1.10f'_c + 5.0$

Figura 4 Resistencia promedio cuando no hay datos, para desviación estándar.

Fuente: ACI 318-08

Después de obtener la resistencia específica (f'_c) y la resistencia requerida (f'_{cr}), se determina las cantidades del agua en un metro cúbico, relacionando el tamaño máximo del agregado con un rango de asentamiento deseado. (ACI 211)

Tabla 4

Determinación cantidad de agua en un m³

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	agua en lt/m ³ para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1 a 2 pulgadas	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4 pulgadas	220	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7 pulgadas	243	228	216	202	190	178	160	--
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1 a 2 pulgadas	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4 pulgadas	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7 pulgadas	216	205	197	184	174	166	154	--

Fuente: ACI 211

Posteriormente se define que porcentaje de aire se debe incluir en la mezcla, según el tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla 5

Determinación cantidad de agua en un m³

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: ACI 211

Para la obtención del peso del agregado se relaciona el tamaño máximo nominal del agregado grueso con el módulo de fineza obtenido del agregado fino.

Tabla 6

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño máximo nominal	PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO			
	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de Volumen del concreto para diversos módulos de fineza			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.460.44	
1/2"	0.59	0.57	0.550.53	
3/4"	0.66	0.64	0.620.6	
1"	0.71	0.69	0.670.65	
1 1/2"	0.76	0.74	0.720.7	
2"	0.75	0.76	0.740.72	
3"	0.81	0.79	0.770.75	
6"	0.87	0.85	0.830.81	

Fuente: ACI 211

Como parte final del procedimiento se obtendrá la cantidad de materiales que ingresarán en un metro cúbico de concreto, el cual será corregido por la humedad y absorción de sus agregados. (ACI 211)

Variable 2: Aplicación en presa de relaves.

Como controles de calidad de concreto previo a su colocación tenemos a los siguientes:

Ensayos en estado fresco del concreto: Los ensayos que se considera para el estado fresco del concreto son:

Ensayo de asentamiento: Este ensayo consiste en definir la consistencia de la mezcla del concreto en estado plástico, que mediante el uso del cono de abrams se mide si la mezcla se encuentra densa o seca, trabajable intermedio o fluida. (ASTM C143)

Contenido de aire en la mezcla: Las mezclas de concreto tienen cierto porcentaje de aire atrapado por aporte de los agregados, pero cuando el concreto es expuesto a climas fríos de congelación de hielo y deshielo, es necesario la inclusión de aditivos incorporadores de aire, el cual darán aporte necesario a los cambios de volúmenes de agua dentro del concreto, donde los vacíos se cristalizan por efecto del aditivo, evitando así fisuras internas. El uso de incorporador de aire favorece a la durabilidad del concreto, pero con dosis excesivas puede perjudicar el concreto, impactando con una baja resistencia. (ASTM C138)

Temperatura de la mezcla: El registro de la temperatura del concreto, nos permite comprobar un desarrollo constante del balance térmico del concreto en estado fresco, donde dependiendo del grado de calor influirá en las propiedades del concreto. La temperatura máxima que debe tener es de 32°C, así mismo el mínimo se registrará de acuerdo a las secciones reducidas que tenga el elemento. (ASTM C1064 – ASTM C94).

Resistencia a la compresión: Se denomina así al proceso que consiste en comprimir la probeta del concreto mediante dos cabezales superior e inferior de una prensa, donde recibirá una carga con una velocidad constante, haciendo llegar a un punto de deformación, donde se obtendrá la resistencia a la carga que fue sometida. (ASTM C39).

En la presente investigación la resistencia del concreto se referencia de los siguientes antecedentes:

Cáceres (2016), define al bordillo como un concreto de baja resistencia, donde consideró una dosificación, teniendo como cantidad cementante de 70 kg/m³ a 75 kg/m³.

Tabla 7

Dosificación de materiales para concreto bordillo extruido.

Material	Dosificación
Cemento	70 – 75 kg/m ³
Agregado de 19 mm	(3/4") 1173 kg/m ³
Arena	1173 kg/ m ³
Agua	125 litros

Gutiérrez (2015). Menciona que los asentamientos del concreto presentaron valores de 3/4" a 1 1/4", llegando a obtener la resistencia de 4 MPa a los 28 días.

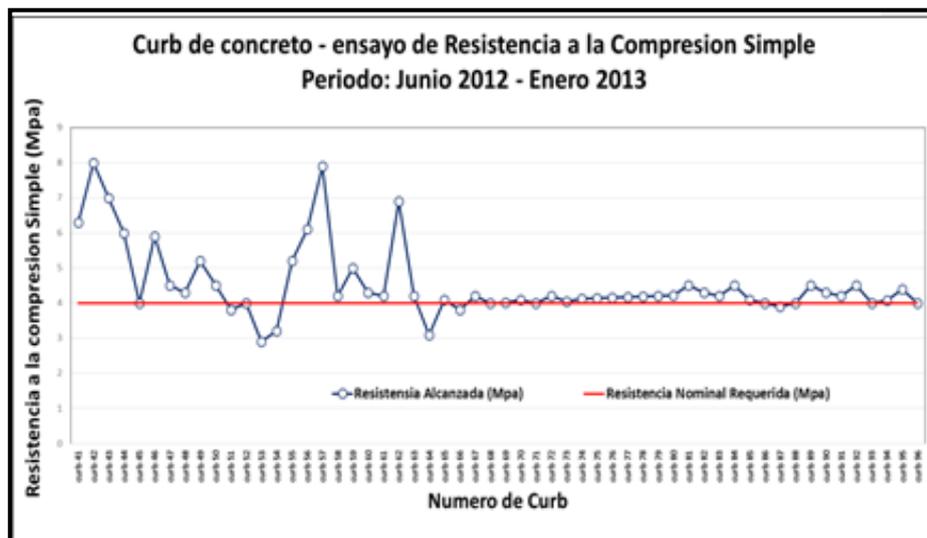


Figura 5 Grafico estadístico de la resistencia de concreto curb – 4MPa a 28 días

Fuente: Pruebas de control de calidad (GUTIÉRREZ, 2015)

Basados en la realidad problemática se planteó como problemas de investigación a los siguientes:

Problema general: ¿Cómo determinar el análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido y aplicado en presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?

Problemas específicos:

- ¿Cómo determinar si el Diseño de mezcla A influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?

- ¿Cómo determinar si el Diseño de mezcla B influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?
- ¿Cómo determinar si el Diseño de mezcla C influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?
- ¿Cómo determinar si el Diseño de mezcla D influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?

La tesis se justifica en su contexto teórico y económico de la siguiente manera:

Justificación teórica: La justificación de la tesis, está fundamentada en el análisis de comparación de los diseños de la mezcla variando dos componentes tales como la cantidad de cemento y la incidencia de la cantidad de finos mediante el agregado fino. El cual guiará a posteriores evaluaciones basándose de estos factores para determinar cierto rango de consistencia, sin alterar la resistencia del concreto.

Justificación económica: Trabajando con una arena que contengan porcentajes de finos pasante la malla N° 200 superiores a lo permitido y que éstos a su vez ayuden a obtener plasticidad y trabajabilidad en la mezcla sin perjudicar la calidad del concreto, evitará que se incremente la cantidad de cemento, para compensar el ligante que se necesita en un concreto de baja resistencia.

Formulado los problemas se elaboraron los siguientes objetivos para la investigación, donde se menciona los siguientes:

Objetivo general: Determinar el análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido y aplicado en presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

Como objetivos específicos tenemos a los siguientes:

OE1: Determinar si el Diseño de mezcla A influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

OE2: Determinar si el Diseño de mezcla B influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

OE3: Determinar si el Diseño de mezcla C influye en la aplicación de presas de relaves,

proyecto Toromocho, 2019.

OE4: Determinar si el Diseño de mezcla D influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

Así mismo la tesis propone las siguientes hipótesis para su comprobación:

Hipótesis general: El análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

Hipótesis específicas:

HE1: El diseño de mezcla A influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

HE2: El diseño de mezcla B influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

HE3: El diseño de mezcla C influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

HE4: El diseño de mezcla D influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación

Tipo de investigación

En este punto logramos definir que la tesis es de tipo cuantitativo, donde propone que una forma fiable para conocer la realidad es mediante de la recolección y el análisis de los datos, con lo cual se podría contestar cada una de las preguntas de la investigación y llegar a probar las hipótesis. Esta clase de investigaciones confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística que permita establecer con exactitud algunos patrones de comportamiento en la población. (Borja, 2015, p.11).

La tesis tiene una metodología cuantitativa, debido a la recopilación de resultados basándose en cálculos estadísticos y que a su vez se probará las hipótesis planteadas.

Nivel de investigación

Se denomina investigación aplicada, al nivel de investigación donde se busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. Está más interesada en la aplicación sobre una problemática antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal. (Borja, 2012, p.10),

La tesis considera la Investigación Aplicada, porque se buscará información de base teórica ya planteada y dando modificación a los mismos obtendremos resultados a lo que pide el proyecto.

Diseño de investigación

La tesis experimental: Es aquella investigación en que la hipótesis se verifica mediante la manipulación “deliberada” por parte del investigador a través de sus variables, donde la variable independiente es la causa de la variable dependiente. (Borja, 2012, p.14),

El diseño de la tesis es Experimental, porque la V1 desarrollará los diseños para obtener la mezcla adecuada que impactará con la V2 donde se busca extruir la mezcla definida.

3.2 Variables, operacionalización

Variables

Variable 1: Análisis comparativo de diseños de concreto bordillo

Variable 2: Aplicación en presas de relave

Tabla 8

Matriz de operacionalización de las variables de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
V1. Análisis comparativo de diseño de concreto bordillo	Evaluar independientemente cada diseño de mezcla, mediante procesos normativos (Soto, 2008, p.XIX)	La elaboración del diseño de mezcla de concreto, consiste en realizar pruebas de diseños, que determinen la dosificación de materiales óptima de un concreto idóneo, para un determinado uso. (Gallo y Saavedra, 2015, p.91)	Diseño de mezcla A	Contenido de cemento 95 kg. Arena con % pasante de malla 200 (10.8 %).	- Formato reporte de control de ensayos de características de agregados. - Método ACI 211 -Dosificación de materiales. - Formato de reporte de control de ensayos en estado fresco y endurecido
			Diseño de mezcla B	Contenido de cemento 95 kg. Arena con % pasante de malla 200 (19.5 %).	
			Diseño de mezcla C	Contenido de cemento 105 kg. Arena con % pasante de malla 200 (10.8 %).	
			Diseño de mezcla D	Contenido de cemento 110 kg. Arena con % pasante de malla 200(10.8 %).	
V2. Aplicación en presas de relave	Colocación del concreto bordillo, mediante el uso de la máquina extrusora. (Gutiérrez, 2015, p.27)	Formación de cordón de bordillo, con determinada consistencia y alcanzando la resistencia especificada. (Gutiérrez, 2015, p.21)	Control de calidad del concreto bordillo	Ensayo de asentamiento	ASTM C143
				Ensayo de contenido de aire	ASTM C231
				Ensayo de resistencia a la compresión	ASTM C39

3.3 Población; muestra, muestreo y unidad de análisis

Población

Población es el conjunto de elementos que son el motivo de estudio. (Borja, 2012). En la presente tesis se tiene como población al concreto bordillo extruido.

Muestra

Se considera muestra de estudio al subgrupo representativo de una población.

Borja 2012, nos dice que los resultados hallados en la muestra deben extrapolarse a la Población de estudio.

La muestra se denominó a los cuatro diseños de mezclas enunciados por A, B, C y D, donde cada una contara con 6 probetas para edades de resistencia de 7 y 28 días, haciendo un total de 24 testigos. A la vez estos resultados de la muestra estarán relacionados directamente a la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se optó para la investigación, es la técnica denominada observación directa y estadística aplicada, en el cual se evaluara el procedimiento de los ensayos para la obtención de los resultados registrados en formatos definidos

Según Borja, 2015, p.33, en el caso de proyectos de ingeniería se deben presentar los formatos empleados y aquellos formatos para realizar los ensayos requeridos.

Instrumentos de recopilación de datos

Se usaron formatos que fueron adaptados con los parámetros estandarizados, como exigen las normas ASTM C33 para obtención de resultados a los controles de los agregados. Para la fabricación de los diseños de mezcla se siguió los criterios que indican el método de ACI 211. La obtención de resultados a compresión será registrada en formato siguiendo el ASTM C39 Mediante estos instrumentos se obtiene de manera confiable los resultados obtenidos. (Anexo 5)

Validez y confiabilidad

La validación y confiabilidad de los instrumentos, estará a cargo de ingenieros con amplia experiencia en el rubro de la calidad y producción de concreto. Donde el procedimiento de la medición estará sujeto, según el coeficiente de Cronbach, nos indica el grado de medición de la variable que deseamos medir en el instrumento a emplear. (Anexo 6)

La forma de interpretar la magnitud del coeficiente de validez es de la manera siguiente:

Tabla 9

Rangos y Magnitudes de validez

Rangos	Magnitudes
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

3.5 Método de análisis de datos

La evaluación del resultado de los ensayos, fueron verificados mediante los datos registrados y contrastados con la inspección visual de las muestras.

3.6 Aspectos éticos

Se reconoce y acepta cumplir y respetar los reglamentos éticos para investigación de la UCV, y mantener transparencia con los resultados obtenidos en la presente investigación.

IV. RESULTADOS

Alcance

- La especificación técnica N° TE-179582-TS-V-006, nos indica que el concreto denominado “Curb Concrete” (concreto bordillo) para ser validado deberá tener los requisitos siguientes para ser aceptado:
 1. Asentamiento no mayor a 30 mm.
 2. Debe Contener 95 kg. de cemento por metro cubico de concreto.
 3. Resistencia Nominal en un rango de 30 a 50 kg/cm² a 28 días.
 4. El tamaño del agregado no debe exceder un diámetro mayor a 20 mm (3/4”) como máximo.
- Los agregados se deben regir a lo requerido en la Norma ASTM C33
- Evaluar independientemente sus valores de resistencia, características físicas: asentamiento, temperatura, % de contenido de aire y peso unitario.
- Lo diseños a ser presentados constan de las siguientes características enfocados en el contenido de cemento y utilización de los dos tipos de arenas:
 - Diseño A:** Contenido de cemento 95 kg, arena con % pasante malla 200 10.8%
 - Diseño B:** Contenido de cemento 95 kg, arena con % pasante malla 200 19.5%
 - Diseño C:** Contenido de cemento 105 kg, arena con % pasante malla 200 10.8%
 - Diseño D:** Contenido de cemento 110 kg, arena con % pasante malla 200 10.8%

Consideraciones generales

Materiales

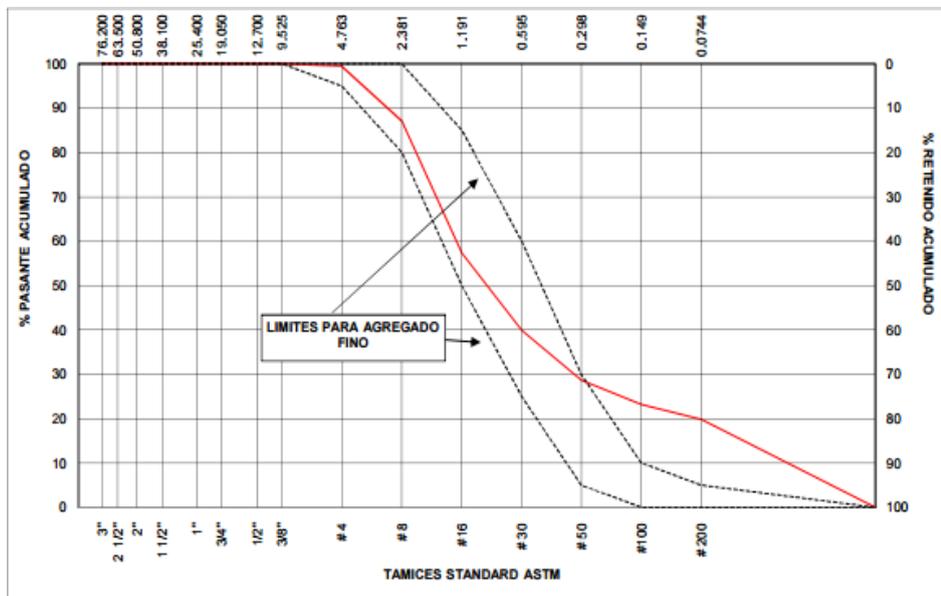
Agregado Fino: De los agregados producidos mediante el proceso de chancado, salió una arena con alto contenido de finos, que inicialmente lo consideraban como material de rechazo y colocado en elementos como filtro o relleno. A este material le hicieron los ensayos respectivos dando resultados positivos, donde su alto contenido de finos sería beneficioso para diseñar el concreto bordillo. Para que nos diera un buen desempeño se estableció que debía tener un % de pasante de malla 200 entre un rango del 18% al 22%. Esta característica nos brindará un alto grado de cohesividad sin poner en riesgo la durabilidad del producto, debido a que el material fino pasante la malla 200 es un producto del carbonato de calcio (CaCO₃) y no un material que tiene como procedencia una arcilla o un limo que posteriormente pueden tener la propiedad de contraerse y expandirse

generando una fisuración interna y/o externa de la estructura.

Figura 6 Análisis Granulométrico y Malla 200 a la Arena concreto bordillo, pasante malla 200 entre 18% a 22%

GRANULOMETRIA				
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.
3"		0.0	0.0	100.0
2 1/2"		0.0	0.0	100.0
2"		0.0	0.0	100.0
1 1/2"		0.0	0.0	100.0
1"		0.0	0.0	100.0
3/4"		0.0	0.0	100.0
1/2"		0.0	0.0	100.0
3/8"		0.0	0.0	100.0
# 4	3.9	0.5	0.5	99.5
# 8	101.1	12.4	12.8	87.2
# 16	243.5	29.8	42.6	57.4
#30	143.1	17.5	60.1	39.9
#50	91.9	11.2	71.3	28.7
#100	44.7	5.5	76.8	23.2
#200	27.2	3.3	80.1	19.9
Fondo	162.5	19.9	100.0	0.0
TOTAL	817.9	100.0	MODULO FINEZA	2.64

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MODULO DE FINEZA	2.64
TAMAÑO MAXIMO	
PESO ESPECIFICO SECO	2.67
PESO ESPECIFICO SSS	2.72
% ABSORCION	1.78
% PASANTE DE MALLA # 200	19.5
% ABRASION Los Angeles	
% EQUIVALENTE DE ARENA	
% PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
% PARTICULAS LIGERAS	
% INALTERABILIDAD	
por medio de sulfato de magnesio	
PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	1581
PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	1794
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	433
SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
CLORUROS SOLUBLES (ppm)	23
IMPUREZAS ORGÁNICAS	NO CONTIENE
% HUMEDAD	5.32
VALOR AZUL	0.51



Como parte del comparativo se consideró utilizar arena de uso para concreto estructural, cuyo porcentaje de pasante de malla 200 está en un rango de 10.8%. Obteniendo un concreto acorde a las especificaciones indicadas en el alcance, a fin de poder asemejar a las condiciones inicialmente acordadas.

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.		
3"		0.0	0.0	100.0	MODULO DE FINEZA	3.02
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MAXIMO	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	2.65
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	2.71
1"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION	2.27
3/4"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200	10.8
1/2"		0.0	0.0	100.0	% ABRASION Los Angeles	
3/8"		0.0	0.0	100.0	% EQUIVALENTE DE ARENA	
# 4	0.0	0.0	0.0	100.0	% PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 8	88.0	9.6	9.6	90.4	% PARTICULAS LIGERAS	
# 16	357.6	39.1	48.7	51.3	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
#30	206.7	22.6	71.2	28.8	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	1533
#50	119.5	13.1	84.3	15.7	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	1723
#100	31.2	3.4	87.7	12.3	CARACTERISTICAS QUIMICAS	
#200	12.1	1.3	89.0	11.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	206
Fondo	100.5	11.0	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	22
					IMPUREZAS ORGANICAS	NO CONTIENE
TOTAL	915.6	100.0	MODULO FINEZA	3.02	% HUMEDAD	3.78
					VALOR AZUL	0.51

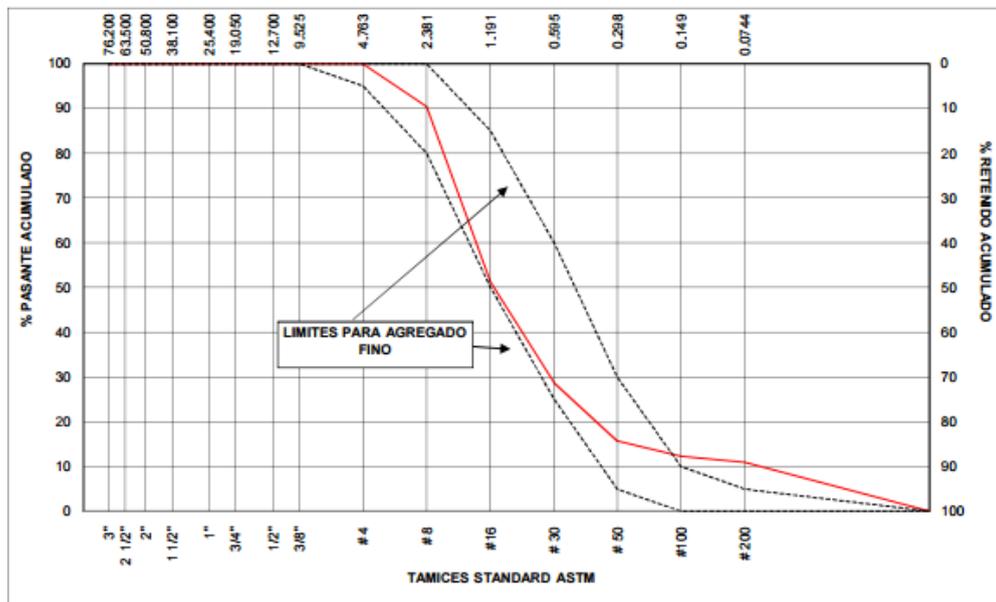


Figura 7 Análisis Granulométrico y Malla 200 a la Arena Concreto Estructural, pasante malla 200 de 10.8%.

Agregado Grueso: Basado en la especificación técnica TE-179582- TS-V-005, el cual solicita trabajar con un agregado que cumpla como característica de no exceder de un diámetro de 20 mm y de acuerdo a la clasificación ASTM C33, el agregado solicitado es de Huso 67 de (3/4 pulgada). Por lo expuesto se procedió a diseñar el concreto bordillo, bajo los parámetros de agregado grueso ajustados al Huso 67, cuyo material de procedencia es Carbonato de Calcio (CaCo3).

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.		
3"		0.0	0.0	100.0	MODULO DE FINEZA	6.59
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	1"
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	2.78
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	2.80
1"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION	0.55
3/4"	9.3	0.1	0.1	99.9	% PASANTE DE MALLA # 200	1.35
1/2"	3519.7	46.4	46.5	53.5	% ABRASION Los Angeles	
3/8"	1722.7	22.7	69.2	30.8	% EQUIVALENTE DE ARENA	
# 4	2073.4	27.3	96.6	3.4	% PARTICULAS FRIABLES Y TIRONES DE ARCILLA	
# 8	119.7	1.6	98.1	1.9	% PARTICULAS LIGERAS	
# 16	25.2	0.3	98.5	1.5	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
# 30	18.7	0.2	98.7	1.3	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	1553
# 50	11.6	0.2	98.9	1.1	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	1691
# 100	8.3	0.1	99.0	1.0	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
fondo	77.3	1.0	100.0	0.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	56
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	3
					OTROS	
					% HUMEDAD	0.25
					% VALOR AZUL	0.58
TOTAL	7585.9	100.0	MODULO FINEZA	6.59	% PARTICULAS CHATAS	
					% PARTICULAS ALARGADAS	

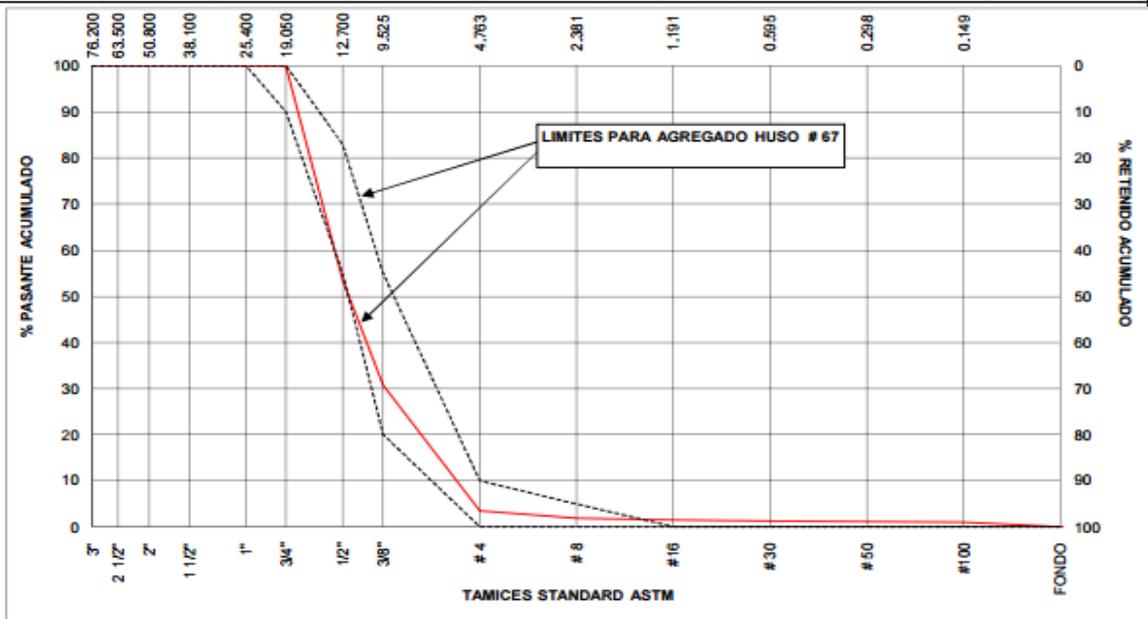


Figura 8 Análisis Granulométrico y Malla 200ª la Piedra Huso 67

Cemento: Según especificación técnica TE-179582-TS-V-005; que a su vez hacen referencia a la Norma ASTM C 150: “Especificación normalizada para cemento portland”, nos menciona la utilización de Cemento Tipo V, por tal motivo se elaboró los diseños con Cemento Tipo V del fabricante Cemento Andino.

Agua: Basado en la especificación técnica TE-179582-TS-V-005, que a su vez hacen referencia a la Norma ASTM C 94: “Especificación normalizada para concreto premezclado”, nos menciona la utilización de Agua que no contiene cantidades perjudiciales de aceite, ácido u otras sustancias deletéreas, por tal motivo se elaboró el diseño con agua provista por nuestro de la Minera Chinalco S.A. de procedencia del Pozo RW2.

Aditivos: De acuerdo en la especificación técnica TE-179582-TS-V-005; que a su vez hacen referencia a la Norma ASTM C 494: “Especificación normalizada de aditivos químicos para concreto”, nos menciona las especificaciones de los aditivos químicos, por tal motivo para la elaboración de los diseños de Curb Concrete hemos elegido los aditivos de WR-91, EUCO 37 y Air Mix de la empresa Euclid Chemical Company (EUCO), debido a la buena performance que viene presentando de acuerdo a las condiciones ambientales en el transcurso del Proyecto Toromocho.

Diseños Elaborados para comparativo

Diseño de mezcla A

Tabla 10

Utilizando Arena con % Pasante de Malla 200 – 10.8 %.

LABORATORIO	Diseño de mezcla A	
f'c	40 kg/cm ²	
Relación agua/cemento	1.789	
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES – PESOS SECOS		
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD
Cemento Tipo V	kg	95
Agua	L	170
Arena	kg	1302
Piedra # 67	kg	802
Euco WR 91	g	570
Air Mix 200	g	304
Euco 37	g	1425

Sobre el Asentamiento: De Acuerdo a lo especificado el asentamiento máximo que se debe obtener es no mayor a 30 mm en obra, por tal motivo después de una serie de pruebas se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 11 Asentamiento Diseño A: Utilizando % Pasante de Malla 200 – 10.8%

PERDIDA DE TRABAJABILIDAD		
00:00 (Slump Arranque)	Pulg.	1 3/4
00:30	Pulg.	3/4
PROPIEDADES EN CONCRETO FRESCO		
Pesos Unitario Teórico	kg/m	2433.8
Peso Unitario Real	kg/m	2328.0
Contenido de Aire Real	%	6.2
Temperatura Ambiente	°C	10.2
Temperatura Concreto	°C	9.0

Sobre la Resistencia: De acuerdo a lo especificado la cantidad Máxima de Cemento que se debe tener es de 95 Kg. de Cemento por metro cubico, con dicho contenido permite lograr una resistencia requerida a 7 días de 23 Kg/cm², obteniendo un % de desarrollo con respecto a 40 kg/cm² de alrededor de 57% por debajo del 75% mínimo. Respecto a la resistencia a 28 días alcanzó 30 kg/cm², evolucionando hasta 75 %, por debajo del parámetro indicado esperado que es de 100 % a los 28 días.

Tabla 12

Resultados a compresión – Diseño A

ROTURA 7 DIAS				ROTURA 28 DIAS				f'c (%)	
Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	7	28
								DIAS	DIAS
10.2	1877	23		10.2	2450	30.0			
10.2	1883	23	23	10.1	2431	30.3	30	57%	75%
10.1	1835	23		10.2	2388	29.2			

Sobre la Consistencia: En la consistencia de la mezcla se puede apreciar que no es la más adecuada debido a que la apariencia de la mezcla falta ligante, esto por la pérdida de finos al utilizar un % de malla 200 por debajo de 18%. Adicional a ello la pasta de cemento se adhiere a la superficie específica de los agregados y por el proceso de homogenización dentro del trompo genera que se forme pequeñas partículas redondeadas de agregado saturado de cemento.

Diseño de mezcla B

Tabla 13

Utilizando Arena con % Pasante de Malla 200 – 19.5 %. Cementante en 95 kg/m³

LABORATORIO		Diseño de mezcla B
f'c		40 kg/cm ²
Relación agua/cemento		1.789
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES - PESOS SECOS		
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD
Cemento Tipo V	kg	95
Agua	L	170
Arena	kg	1285
Piedra # 67	kg	844
Euco WR 91	g	570
Air Mix 200	g	162
Euco 37	g	1330

Sobre el Asentamiento: Siguiendo a los conceptos de ingenieros de amplia experiencia en la elaboración de concretos especiales, donde relacionan la plasticidad para la extrusión de este concreto con la vibración, velocidad de avance, entre otras de la máquina extrusora. A tal motivo se propone la utilización de la arena con altos % de pasante de malla 200. Se hace mención de lo comentado, por el ligante observado en la consistencia de la mezcla.

PERDIDA DE TRABAJABILIDAD		
00:00 (Slump Arranque)	Pulg.	1 1/2
00:30	Pulg.	1 1/4
PROPIEDADES EN CONCRETO FRESCO		
Pesos Unitario Teórico	kg/m	2497.1
Peso Unitario Real	kg/m	2428.3
Contenido de Aire Real	%	4.3
Temperatura Ambiente	°C	10.3

Figura 9 Asentamiento Diseño B: Utilizando % Pasante de Malla 200 – 10.8%

Sobre la Resistencia: De acuerdo a lo propuesto la cantidad de Cemento de 95 Kg por cada metro cubico, contenido se obtiene la resistencia requerida a 7 días es de 35 Kg/cm², es decir se estaría obteniendo un % de desarrollo con respecto a 40 kg/cm² de alrededor de 87% por encima del 75% mínimo esperado. Respecto a la resistencia a 28 días alcanzó a 44 kg/cm², evolucionando hasta 110 %, por encima del parámetro indicado esperado que es de 100 % a los 28 días.

Tabla 14

Resultados a compresión – Diseño B

ROTURA 7 DIAS				ROTURA 28 DIAS				f'c (%)	
Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	7 DIAS	28 DIAS
10.2	2894	35		10.1	3640	45.4			
10.2	2835	35	35	10.2	3561	43.6	44	87%	110%
10.2	2848	35		10.2	3500	42.8			

Sobre la consistencia: De acuerdo a lo propuesto dentro del diseño B, se puede obtener un asentamiento dentro del rango de 0 a 1 1/4 pulgada, como primera observación se puede denotar que no se presenta saturación de pasta de cemento sobre la superficie de los agregados limitando así la generación de partículas redondeadas, que limitan la colocación del concreto en mención en su respectiva estructura. Anexo 2

Diseño de mezcla C

Tabla 15

Utilizando Arena con % Pasante de Malla 200 – 10.8 %. Cementante en 105 kg/m³

LABORATORIO		Diseño de mezcla C
f'c		40 kg/cm ²
Relación agua/cemento		1.619
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES - PESOS SECOS		
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD
Cemento Tipo V	kg	105
Agua	L	170
Arena	kg	1125
Piedra # 67	kg	965
Euco WR 91	g	630
Air Mix 200	g	315
Euco 37	g	1500

Sobre el Asentamiento: De Acuerdo a lo especificado el asentamiento máximo que se debe obtener es no mayor a 30 mm en obra. Obteniendo los siguientes resultados en estado fresco:

Tabla 16

Asentamiento Diseño C: Utilizando % Pasante de Malla 200 – 10.8 %

PERDIDA DE TRABAJABILIDAD		
00:00 (Slump Arranque)	Pulg.	1 1/2
00:30	Pulg.	1
PROPIEDADES EN CONCRETO FRESCO		
Pesos Unitario Teórico	kg/m	2473.9
Peso Unitario Real	kg/m	2351.6
Contenido de Aire Real	%	6.1
Temperatura Ambiente	°C	12.0
Temperatura Concreto	°C	11.5

Sobre la Resistencia: De acuerdo al incremento de cementante en +10 kg de cemento referente a lo propuesto inicialmente, la cantidad de Cemento final es de 105 Kg por cada metro cubico, contenido se obtiene la resistencia requerida a 7 días es de 29 Kg/cm², es decir se estaría obteniendo un % de desarrollo con respecto a 40 kg/cm² de alrededor de 73% ligeramente por debajo del 75% mínimo. Respecto a la resistencia a 28 días alcanzó a 41 kg/cm², evolucionando hasta 102 %, teniendo un porcentaje de 2 % por encima del parámetro indicado esperado que es de 100 % a los 28 días.

Tabla 17

Resultados a compresión – Diseño C

ROTURA 7 DIAS				ROTURA 28 DIAS				f'c (%)	
Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	7 DIAS	28 DIAS
10.2	2403	29		10.2	3305	40.4			
10.2	2395	29	29	10.1	3368	42.0	41	73%	102%
10.2	2385	29		10.2	3290	40.3			

Sobre la Consistencia: De acuerdo a lo propuesto dentro del diseño C, se puede obtener un asentamiento dentro del rango de hasta 1 ½ pulgada, como primera observación se puede denotar una apariencia bastante similar al diseño A, es decir mejoro el tema del comportamiento referente al ligante de la mezcla. Sin embargo, aún se denota falta de finos que nos aseguren una buena consistencia referente a vibraciones. Anexo 2.

Diseño de mezcla D

Tabla 18

Utilizando Arena con % Pasante de Malla 200 – 10.8 %.
Cementante en 110 kg/m³

LABORATORIO		Diseño de mezcla D	
f'c		40 kg/cm ²	
Relación agua/cemento		1.545	
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES - PESOS SECOS			
INSUMOS	UNIDAD	CANTIDAD	
Cemento Tipo V	kg	110	
Agua	L	170	
Arena	kg	1122	
Piedra # 67	kg	963	
Euco WR 91	g	660	
Air Mix 200	g	315	
Euco 37	g	1500	

Sobre el Asentamiento: De Acuerdo a lo especificado el asentamiento máximo que se debe obtener es no mayor a 30 mm en obra. Obteniendo los siguientes resultados en estado fresco:

Tabla 19

Asentamiento Diseño D: Utilizando % Pasante de Malla 200 – 10.8%

PERDIDA DE TRABAJABILIDAD		
00:00 (Slump Arranque)	Pulg	1 1/4
00:30	Pulg	3/4
PROPIEDADES EN CONCRETO		
Pesos Unitario Teórico	kg/	2474.
Peso Unitario Real	kg/	2367.
Contenido de Aire Real	%	5.8
Temperatura Ambiente	°C	12.0
Temperatura Concreto	°C	11.6

De acuerdo al incremento de cemento en +15 kg referente a lo propuesto inicialmente, la cantidad de cemento final es de 110 Kg por cada metro cúbico, con este contenido se obtiene la resistencia requerida a 7 días de 37 Kg/cm², es decir se estaría obteniendo un porcentaje de desarrollo con respecto a 40 kg/cm² de alrededor de 93% por encima del 75% mínimo esperado. Respecto a la resistencia a 28 días alcanzó a 48 kg/cm², evolucionando hasta 119 %, teniendo un porcentaje por encima del parámetro indicado esperado que es de 100 % a los 28 días.

Tabla 20

Resultados a compresión – Diseño D

ROTURA 7 DIAS				ROTURA 28 DIAS				f'c (%)	
Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	Ø (cm)	CARGA (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)	7	28
								DIAS	DIAS
10.1	2949	37		10.2	3939	48.2			
10.2	3064	37	37	10.1	3875	48.4	48	93%	119%
10.1	2967	37		10.2	3805	46.6			

Sobre la Consistencia: De acuerdo a lo propuesto dentro del diseño D, se puede obtener un asentamiento dentro del rango de hasta 1 1/4 pulgada, como primera observación se puede denotar una apariencia mejor al diseño A, se aprecia mayor cantidad de finos en la mezcla. Sin embargo, aún se nota falta de consistencia frente a vibraciones prolongadas como es el caso del concreto bordillo. Anexo 2.

Resultados mediante evaluación estadístico.

- a.-Tipo de problema: **Igualdad de Medias Muestrales**
- b.- Variables siguen una Distribución Normal: **Si**
- c.-Determinar si son grupos: **Si hay grupos de comparación**
- d.- Prueba estadística: **Prueba de Análisis de Varianza**
- e.- Prueba: **Paramétrica**

f.- Formular las hipótesis estadísticas que van a ser probadas.

H0: Las Resistencias de los Diseños Muéstrales son Iguales. **H1:** Las Resistencias de los Diseños Muéstrales son diferentes g.- Realizar los cálculos de las pruebas estadísticas

h.-Interpretar los resultados.

Existe relación entre las variables: **Si, son diferentes**

Regla de decisión:

Si p-valor < 0.05,

rechazar H0 Si p-valor >

0.05, aceptar H0

Significancia: 0.01 o 0.05

Intensidad de diferenciación: **0.000.**

Es un grado de diferenciación: **Alto**

La significación del Análisis de Varianza es del 5%.

Con esta prueba de Análisis de Varianza se prueba el Mejor Diseño y las cuatro pruebas de hipótesis específicas.

Tabla 21

Resistencia a los 28 días para los Diseños

A - f'c (Kg/cm2)	B - f'c (Kg/cm2)	C - f'c (Kg/cm2)	D - f'c (Kg/cm2)
30	45	40	48
30	44	42	48
29	43	40	46

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
A - f'c (Kg/cm2)	3	89.5	29.8	0.323333
B - f'c (Kg/cm2)	3	131.8	43.9	1.773333
C - f'c (Kg/cm2)	3	122.7	40.9	0.910000
D - f'c (Kg/cm2)	3	143.2	47.7	0.973333

Figura 10 Análisis de varianza de un factor

Se demuestra estadísticamente que las medias muestrales de Resistencia son diferentes, para una significación del 5% (p-valor <5%).

Teniendo el resultado de los diseños, se define que la mezcla B cumple con las características deseadas y se opta para realizarle una prueba industrial para su colocación la extrusora (Anexo 3). De este diseño se realizaron 15 muestras, para obtener resultados de resistencia de compresión y así determinar la desviación estándar y establecer si cumple con el ACI 214.

N° Orden	Resistencia a 7 días (kg/cm ²)					Resistencia a 28 días (kg/cm ²)				
	1	2	3	Prom. Ind. 7 D	Prom. 3 P-7D	1	2	3	Prom. Ind. 28 D	Prom. 3 P-28 D
1	20	20	20	20		39	38	36	36	
2	16	15	16	16		42	41	41	35	
3	13	14	14	14	17	40	42	39	40	37
4	15	15	15	15	15	41	45	46	44	40
5	16	18	17	17	15	42	43	43	43	42
6	20	21	21	21	18	38	42	45	42	43
7	15	16	16	16	18	45	46	43	45	43
8	15	14	15	15	17	51	48	45	48	45
9	16	16	16	16	16	47	46	46	46	46
10	14	19	17	17	16	45	48	49	47	47
11	12	13	13	13	15	45	51	42	46	47
12	14	13	14	14	15	48	52	51	50	48
13	21	27	24	24	17	46	42	40	43	46
14	12	13	13	13	17	43	40	41	41	45
15	18	18	18	18	18	40	45	42	42	42
N° PRUEBAS				15	13				15	13
SUMA				249	214				649	571
PROMEDIO				17	16				43	44
MÍNIMO				13	15				35	37
MÁXIMO				24	18				50	48
Evaluación Según ACI (Desviación Estándar)									EXCELENTE	
Evaluación Según ACI (Coeficiente de Variación)									BUENO	

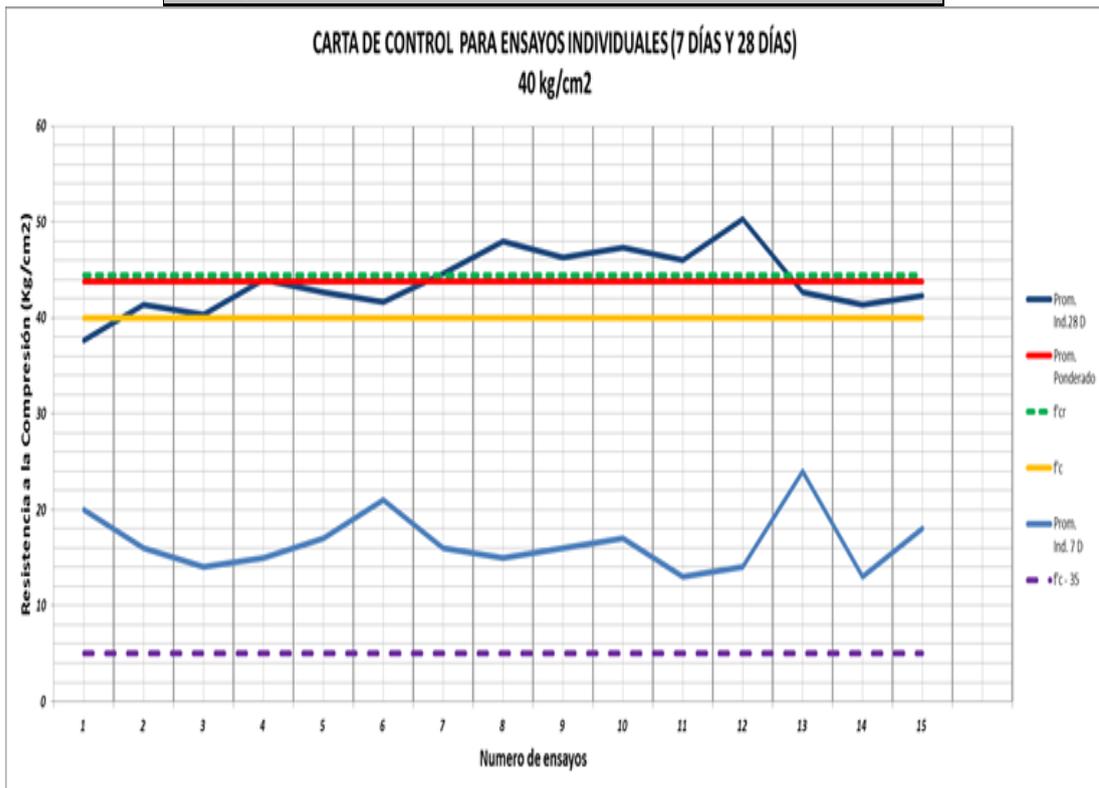


Figura 11 Control de ensayos de resistencia (7 días y 28 días) 40kg/cm²

V. DISCUSIÓN

- El desarrollo de los diseños de mezcla A, B, C y D. han ido comportándose de acuerdo a la dosificación asignada, fue importante variar la incidencia de cantidad de agregado fino para que se desenvuelva con la textura requerida. Ante esto era de esperarse un consumo adicional de agua y para contrarrestarlo se incluyó aditivos plastificantes para darle la consistencia esperada.

- Se llegó a tener mezcla seca en el diseño A, con grado de segregación de bajo aporte de pasta, en un concreto este tipo de mezcla solo es recomendable para pavimento de bajo asentamiento y no para concretos que van a ser extruidos. Presenta cangrejas de vacíos muy expuestos.

- Los finos aportados a los diseños de mezcla, fueron de gran soporte para mantener la plasticidad deseada, donde con porcentaje de malla #200 de 10.8 %, que a pesar de tener también alto grado de fino no llegó a aportar a la mezcla para obtener la trabajabilidad deseada, lo que fue lo contrario con el agregado fino de 19.5% de malla #200, donde tales finos dieron esa estabilidad de consistencia.

- La evolución de los resultados a compresión presentó resultados favorables de los que presentaron una mezcla de consistencia aceptable, pero con el diseño A no se llegó a los 28 días al 100 %, porque no presentó adherencia debido a la falta de plasticidad, mostrando muchos vacíos internos y externos.

VI. CONCLUSIONES

El diseño B utilizado con arena de porcentaje pasante de malla 200 – 19.5 %, es el que nos ha brindado mejor performance de producto en estado fresco y endurecido.

La resistencia a la compresión a 28 días del diseño B y diseño D cumple satisfactoriamente las especificaciones técnicas del rango establecido entre 30 a 50 kg/cm².

Se debe fijar los parámetros de asentamiento de acuerdo a un rango de tolerancia, esto se puede realizar bajo requerimiento específico, se recomienda el rango de 1/2 in hasta 1 1/4 in, de acuerdo a evaluación de performance de concreto colocado, con el asentamiento en dicho rango no se muestra alabeos y/o desmoronamientos del bordillo de Concreto.

El diseño A: Utilizando Arena con % Pasante de Malla 200 – 10.8 %, no presenta una buena consistencia debido al poco ligante que presenta la mezcla, esto repercute en el desarrollo de resistencia que a 7 días cuyo % de desarrollo de resistencias esperado se encuentran por debajo del límite esperado. Es decir, se encuentra alrededor del 57%. Esto podría impactar en el colocado, generándose fisuras frente a la vibración producto de la máquina extrusora.

En tanto los diseños C y D, que utilizaron arena con él % Pasante de Malla 200 – 10.8 %, se intentó recuperar el faltante de finos incrementando a un contenido de cemento de 105 y 110 kg/m³ respectivamente. Sin embargo, es notorio que aún a pesar de estos incrementos de cemento, aún falta la consistencia adecuada en la mezcla, a fin de salvaguardar una correcta colocación en el concreto bordillo.

La diferencia en los resultados de resistencia se debe a la incorporación de aire en las mezclas. Esto debido a que una menor cantidad de finos, debe ser compensada con la adición de incorporado de aire. Es decir, para la arena de % Pasante de malla 200, es necesario tener un %aire real en un rango del 5.5 al 6.5% de manera de mantener consistencia adecuada y por ende no se genere corte en el slump. A diferencia de la mezcla B con % Pasante de malla 200 en 19.6%, que la utilización de aire se encuentra entre un rango de 3.5% al 4.5%.

Teniendo lo descrito anteriormente, evaluando el comportamiento de las características en estado fresco, siendo favorables y llegando a cumplir las resistencias al 100 % a los 28 días, utilizando una cantidad de cemento que económicamente es menor. Llegando a recomendar el uso de la mezcla de diseño B.

VII. RECOMENDACIONES

Para la elaboración de un diseño de mezcla de concreto es importante y recomendable contar con agregados que cumplan lo establecido en la norma, donde su aporte de 60% a 70% en un metro cúbico, definirán el cumplimiento de sus características en estado fresco.

Pero a la vez se van a presentar situaciones contrarias donde no encontremos agregados que cumplan sus características físicas, como el caso de la gradación. Es ahí donde la norma ASTM C33 – Especificación de agregados para concreto; nos da una opción de poder utilizar agregados que no cumplan el uso granulométrico, donde recomienda usarlos siempre en cuando estos a su vez no alteren el desempeño de la mezcla y cumpla con los requisitos de aceptación como la resistencia, como es el caso del presente trabajo de investigación.

El trabajar con agregados de no cumplan su gradación, hace que implementemos un mayor control de ensayos para monitorear posibles cambios, que al no detectarlos a tiempo podrían perjudicar la calidad del concreto.

REFERENCIAS

AMERICAN Concrete Institute. ACI 211 - *Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y masivo*

AMERICAN Society of Testing Materials. ASTM 33 – *Especificación normalizada de agregados para concreto.*

AMERICAN Concrete Institute. ACI 318-08 – *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentarios.*

AMERICAN Concrete Institute. ACI 214 - *Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto.*

AMERICAN Society of Testing Materials. ASTM 94 – *Especificación normalizada para concreto premezclado.*

AMEC Foster Wheeler. *Especificaciones Técnicas – CURB CONCRETE.* 2016.

CÁCERES Gutiérrez, José Alberto. 2016. Análisis y comparación de procesos constructivos de la pantalla de concreto armado con regla deslizante en la presa de la Central Hidroeléctrica de Chaglla. Perú. 2016.

BARRERA, Carlos y CORTÉS, Jorge. 2011. CONSTRUCCIÓN DE LA CORTINA DE ENROCAMIENTO CON CARA DE CONCRETO DEL P.H. LA YESCA. Universidad Nacional Autónoma de México. 2011.

BORJA, Manuel. 2012. Chiclayo. Metodología de la investigación científica para ingenieros

DIAZ Sepúlveda, Diego Fernando. 2014. Bogotá. *VALIDACIÓN DE UN MODELO NUMÉRICO DE DISEÑO DE PRESAS DE ENROCADO CON CARA DE CONCRETO A PARTIR DE LA INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA CASO PORCE III.*

GUTIERREZ Conde, Marco Antonio. 2015. Arequipa – Perú. Operación de la presa de relaves del Proyecto Toromocho

MEDINA, Galarza, Cesar Augusto. 2012. Salgolquí. Análisis sísmico de presas enrocadas con pantalla de hormigón – Caso Presa Mazar.

SOTO Solares, Ricardo Enrique. 2008. Guatemala. *EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE MEZCLA DE CONCRETO, ELABORADAS CON AGREGADOS DE ORIGEN PÉTREO (CANTO RODADO Y TRITURACIÓN) Y ESCORIA DE ACERÍA.*

TORO Rosario, Jaime Darío. 2017. Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$.

ANEXOS

Anexo 2- Matriz de consistencia

PROBLEMA B2:G21	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		MÉTODO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente: ANALISIS COMPARATIVO DE DISEÑO DE CONCRETO BORDILLO.		Método: Científico Será enfocado por el método cuantitativo
¿Cómo determinar el análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido y aplicado en presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?	Determinar el análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido y aplicado en presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.	El análisis comparativo de diseño de concreto bordillo para hacer extruido influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019	Dimensiones	Indicadores	Nivel de estudio: Se considera la investigación de Aplicada Diseño: Se determina como investigación Experimental Población: Se considera como población al concreto bordillo extruido Muestra Estará definida por los cuatro diseños enunciados como A, B, C y D.
Problema Específico	Objetivo Específico	Hipótesis Específico	Diseño de mezcla A	Contenido de cemento 95 kg. Arena con % pasante de malla 200 (10.8 %).	
Problema Específico 1	Objetivo Específico 1	Hipótesis específica 1	Diseño de mezcla B	Contenido de cemento 95 kg. Arena con % pasante de malla 200 (19.5 %).	
¿Como determinar si el Diseño de mezcla A influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?	Determinar si el Diseño de mezcla A influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toronto, 2019	El diseño mezcla A influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.	Diseño de mezcla C	Contenido de cemento 105 kg. Arena con % pasante de malla 200 (10.8 %).	
Problema Específico 2	Objetivo Específico 2	Hipótesis específica 2	Diseño de mezcla D	Contenido de cemento 110 kg. Arena con % pasante de malla 200 (10.8 %).	
¿Como determinar si el Diseño de mezcla B influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?	Determinar si el Diseño de mezcla B influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019	El diseño de mezcla B influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.	Variable Dependiente: APLICACIÓN EN PRESAS DE RELAVE		
Problema Específico 3	Objetivo Específico 3	Hipótesis específica 3	Dimensiones	Indicadores	
¿Como determinar si el Diseño de mezcla C influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?	Determinar si el Diseño de mezcla C influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019	El diseño de mezcla C influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.		Ensayo de asentamiento	
Problema Específico 4	Objetivo Específico 4	Hipótesis específica 4	Control de calidad del concreto bordillo	Ensayo de contenido de aire	
¿Como determinar si el Diseño de mezcla D influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019?	Determinar si el Diseño de mezcla D influye en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.	El diseño de mezcla D influye significativamente en la aplicación de presas de relaves, proyecto Toromocho, 2019.		Ensayo de resistencia a la compresión	

Anexo 3 - Asentamientos de los diseños de mezclas

Diseño A, asentamiento 0", de apariencia gruesa falta de plasticidad



Consistencia de la mezcla B, mejor apariencia y presencia de ligante en la mezcla.



Consistencia de la mezcla C, mejor apariencia que la mezcla A, falta aún finos para asegurar consistencia en la mezcla.



Consistencia de la mezcla D, mejor apariencia que la mezcla A, falta aún finos para asegurar consistencia en la mezcla.



Anexo 3 - Informe de caracterización de agregados



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO
N° LE-076

INFORME DE ENSAYO

0268/18 1ª Adenda
15-05-2018
Pág. 1 de 2



Estudio
L.030.18 Obra/Cantera del solidante
**Construcción de la Presa de Relaves
Etapas 03 - Proyecto Toromocho**

Descripción del proceso
Caracterización de Agregados

Resultados y especificaciones del solidante

Muestra N.º
A0270/18 Ref. solicitante
**Grava HUSO 67
(3/4")**

Fecha de orden de servicio
02-05-2018

Fecha de recepción
02-05-2018

Datos del solicitante

CONCREMAX S.A.

Coo. Las Vertientes Mza. F, Lote 3ª, Villa El
Salvador - Lima

Muestra
Responsabilidad del Solicitante

Descripción/Procedencia
Caracterización de Agregados / Cantera Intermedia, Cantera Norte - Proyecto Toromocho (fecha de muestreo:
17/04/2018)

Informe

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO [Incertidumbre si aplica]	REPORTE DE ENSAYO N.º
02.01 - Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso	ASTM C136/C136M-14	Fracción Retenida en Tamiz N.º4: T# ¼" = 100.0% T# ½" = 45.7% T# ¾" = 21.7% T# 1" = 5.6% T# N.º4 = 2.2% Fracción Pasante en Tamiz N.º4: T# N.º8 = 1.4% T# N.º16 = 1.0% T# N.º30 = 0.6% T# N.º50 = 0.3% T# N.º100 = 0.1% T# N.º200 = 0.0%	2373.18
02.03 - Resistencia a la Abrasión - Máquina de los Ángeles	ASTM C131/C131M-14	LA (Coeficiente de Resistencia a la Abrasión) = 18%	2374.18
02.07/02.08 - Densidad, Gravedad Específica y Absorción de los Agregados	ASTM C127-15 / ASTM C128-15	Fracción Gruesa: Material Retenido en el Tamiz ¾": peso = 2760 kg/m³ peso = 2780 kg/m³ Densidad = 2820 kg/m³ WA = 0.7%	2375.18
02.34 - Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz 75 µm (N.º200) en Agregados por Lavado (*)	ASTM C117 / MTC E 202	% Material Pasante Tamiz N.º200 = 1.2%	2376.18

Los resultados del presente Informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente Informe.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

LABORATORIO MEP
Av. Nicolás Ayllón 2634 Ato - Lima 3 - Perú
Teléfono: +51 1 414 3570
E-mail: laboratorio@mot-engil.pe

LASMEP.670.2

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Ing. Marina Torres
GERENTE AREA TECNICA INGENIERIA
Y SOSTENIBILIDAD



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO
N° LE-076

INFORME DE ENSAYO

0268/18
10-05-2018
Pág. 2 de 2



01.09 – Contenido de Agua de un Suelo	ASTM D2216-10	W = 0.7%	2377.18
01.30 – Contenido de Sulfatos (*)	AASHTO T290	Contenido de Sulfatos = 72.8 ppm	2378.18
01.31 – Contenido de Cloruros (*)	AASHTO T291	Contenido de Cloruros = 60.9 ppm	2379.18
02.32 – Contenido de Terrones de Arcillas y Partículas Friables en Agregados (*)	ASTM C142/C142M-17	Terrones Arcilla y Part. Friab. (Agregado Grueso) = 0.1%	2381.18
02.44 – Carbón y Lignito (*)	MTC E215	Fración Gruesa: Carbón y Lignito = 0.01%	2382.18

Observaciones: ---

Anexos: 9 Reportes de Ensayo (9 Páginas).

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del Laboratorio MEP

Los resultados del presente Informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

LABORATORIO MEP
Av. Nicolás Ayllón 2654 Ate - Lima 5 - Perú
Teléfono: +51 1 414 5370
E-mail: laboratorio@meperu.com

LAMPEP.670.2


MOTA-ENGIL PERU S.A.
Ing. Martha Torres
GERENTE AREA TECNICA, MAQUINARIA Y SOSTENIBILIDAD

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2373.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

**02.01 - Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso
ASTM C136/C136M-14**

Masa Inicial de la Muestra, p_1 (0.1g) = 3980.1
Masa Retenida en Tamiz No.4 (0.1g) = 3890.9
Masa Pasante en Tamiz No.4 (0.1g) = 89.3
Masa de la muestra después del Lavado, p_2 (0.1g) = 3980.0
Pérdidas en el Lavado, p_3 (0.1g) = 0.1

Muestra Seca al Aire
 Muestra Seca en Horno (105-110°C)
Módulo de Fineza = 6.73

FRACCIÓN RETENIDA EN TAMIZ No. 4

Porcentaje de Material Retenido en Tamiz No. 4 (0.1%) = 97.8

Tamiz (Abertura)	Masa Retenida p_i	Parcial Retenido $N_i = \frac{p_i}{p_1} \times 100$	Acumulado Retenido N_i'	Acumulado Pasante $N_i'' = 100 - N_i'$
(N.º) (mm)				
5	125	0.0	0.0	100.0
4	100	0.0	0.0	100.0
3 1/2	90	0.0	0.0	100.0
3	75	0.0	0.0	100.0
2 1/2	63	0.0	0.0	100.0
2	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	2161.5	54.3	45.7
3/8	9.5	953.5	24.0	21.7
1/4	6.4	640.8	16.1	5.6
4	4.75	135.1	3.4	2.2

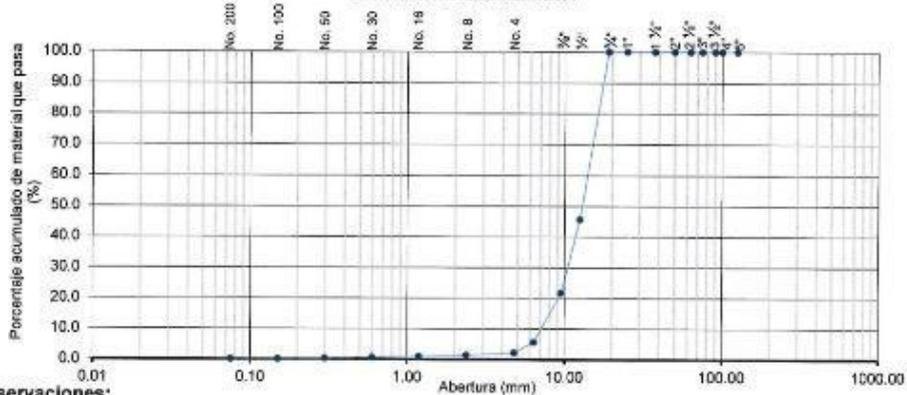
FRACCIÓN PASANTE EN TAMIZ No. 4

Porcentaje de Material Pasante en Tamiz No.4 (0.1%) = 2.2
Masa a Ensayar (0.01g) = 89.30

Tamiz (Abertura)	Masa Retenida p_i	Parcial Retenido $N_i = \frac{p_i}{p_1} \times 100$	Acumulado Retenido N_i'	Acumulado Pasante $N_i'' = 100 - N_i'$
(N.º) (mm)				
8	2.360	32.15	0.8	99.6
16	1.180	18.75	0.5	99.0
30	0.600	15.16	0.4	99.4
50	0.300	12.54	0.3	99.7
100	0.150	8.01	0.2	99.9
200	0.075	2.22	0.1	100.0

Masa Retenida en el Fondo, p'_{200} (0.01g) = 0.32 Material Pasante en el Tamiz No. 200, p_{200} = $p_3 + p'_{200}$ (0.01g) = 0.47

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:
En la ejecución del ensayo, fue añadido el tamiz 3/8".

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP.

LABORATORIO MEP S.A.

Elaborado por
MOTA ENGIN PERU S.A.
YESSICA ATOCCHA
LABORANTE

Revisado por
MOTA ENGIN PERU S.A.
GABRIEL CARRERA
JEFE DE LABORATORIO

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2374.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

02.03 - Resistencia a la Abrasión - Máquina de los Ángeles
ASTM C 131/C131M-14

TIPO DE AGREGADO: Grava Huso 87 (3/4")

PROCEDENCIA: Cantera Intermedia, Cantera Norte - Proyecto Toromocho (fecha de muestreo: 17/04/2018)

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1/2"

Fracción		Composiciones Granulométricas			
		Masas (g)			
Pasante - Retenida		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	1250 ± 25	...	...	...
25 mm (1")	19 mm (3/4")	1250 ± 25	...	...	...
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10	...	...
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	...	...
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	...	...	2500 ± 10	...
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (No. 4)	...	...	2500 ± 10	...
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	...	...	...	5000 ± 10
Masa total de la muestra		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Masa de las esferas		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15
N.º de esferas		12	11	8	6
N.º de rotaciones		500	500	500	500

Masa de la muestra antes del ensayo, m_1 (1g)	5002
Masa del agregado retenido en el tamiz N.º 12, m_2 (1g)	4093
Desgaste de los Ángeles, LA (1%)	18

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
YESSICA AYOCOSA
LABORANTE

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2375.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

02.07/02.08 - Gravedad Especifica y Absorción de los Agregados
ASTM C127-16 / ASTM C128-15

Temperatura del Agua (1 °C) T = 23.2
Densidad del Agua (0.1 kg/m³) G_w = 997.5

ASTM C127 - AGREGADO GRUESO

Agregado Grueso	Masa de la Muestra Seca en Estufa	Masa de la Muestra Saturada Sup. Seca	Masa de la Muestra Sumergida	Gravedad Especifica (OD)	Gravedad Especifica (SSD)	Gravedad Especifica Aparente	Densidad de las Partículas Secas (OD)	Densidad de las Partículas Sat. Superf. Secas (SSD)	Densidad Aparente	Absorción	
	A	B	C	$\frac{A}{B - C}$	$\frac{B}{B - C}$	$\frac{A}{A - C}$	$\frac{A}{B - C} \times G_w$	$\frac{B}{B - C} \times G_w$	$\frac{A}{A - C} \times G_w$	$\frac{B - A}{A} \times 100$	
	(g)	(g)	(g)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(0.1%)	
Material Retenido en Tamiz 30"	1	841	847	543	2.772	2.791	2.825	2765	2784	2816	0.7
	2	913	919	590	2.771	2.790	2.825	2764	2783	2818	0.7
	3	985	992	637	2.772	2.792	2.828	2766	2785	2821	0.7
	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Promedio				2.77	2.79	2.83	2760	2780	2820	0.7
Material Retenido en Tamiz N.º 4	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Promedio				---	---	---	---	---	---	---

ASTM C128 - AGREGADO FINO

Agregado Fino	Masa de la Muestra Seca en Estufa	Masa del Picnómetro con Agua	Masa del Picnómetro con Agua y Muestra	Masa de la Muestra Saturada Sup. Seca	Gravedad Especifica (OD)	Gravedad Especifica (SSD)	Gravedad Especifica Aparente	Densidad de las Partículas Secas (OD)	Densidad de las Partículas Sat. Superf. Secas (SSD)	Densidad Aparente	Absorción
	A	B	C	S	$\frac{A}{B + S - C}$	$\frac{S}{B + S - C}$	$\frac{A}{B + A - C}$	$\frac{A}{B + S - C} \times G_w$	$\frac{S}{B + S - C} \times G_w$	$\frac{A}{B + A - C} \times G_w$	$\frac{S - A}{A} \times 100$
	(g)	(g)	(g)	(g)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(0.1%)
Material Pasante en Tamiz N.º 4	1										
	2										
	3										
	4										
	Promedio										

Observaciones:

LABEMP/084.4

Elaborado por
MOTA-ENGIN PERU S.A.
[Firma]

Revisado por
MOTA-ENGIN PERU S.A.
[Firma]
Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2376.18

Página
1/1

Fecha
09/may/18

02.34 - Cantidad de Material Fino que Pasa en el Tamiz 75 µm (N.º200) en Agregados por Lavado
ASTM C 117-17

MÉTODO DE ENSAYO Método A
 Método B

A	Masa de la Muestra Seca	(0.1 g)	2542.3
B	Masa de la Muestra Seca después de Lavado	(0.1 g)	2512.7
% de Material Fino que Pasa en el Tamiz 75 µm (N.º 200)		(0.1%)	1.2

Este reporte de ensayo solo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
LABORATORIO DE
Y CONTROL TECNOLÓGICO
LABORATORIO

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
HAYD GENIESA
Jefe de Laboratorio

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º A0270/18	Reporte N.º 2377.18	Página 1/1	Fecha 9/may/18
--------------------------------	-------------------------------	----------------------	--------------------------

01.09 - Contenido de Agua de un Suelo
ASTM D2216-10

MÉTODO DE ENSAYO Método A
 Método B

Número del Recipiente			4	15
Masa del Recipiente	M_1	(1g)	140	134
Masa del Recipiente + Muestra Húmeda	M_2	(1g)	2699	2271
Masa del Recipiente + Muestra Seca	M_3	(1g)	2682	2257
Masa del Agua	$M_w = M_2 - M_3$	(1g)	17	14
Masa de la Muestra Seca	$M_s = M_3 - M_1$	(1g)	2542	2123
Contenido de Agua	$W = \frac{M_w}{M_s} \times 100$	(0.1%)	0.7	0.7
Contenido de Agua (Promedio)			(0.1%)	0.7

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

Observaciones:

Elaborado por
MOTA-ENGIL PERU S.A.

MOTACCCBA
MOTACCCBA

Revisado por
MOTA-ENGIL PERU S.A.

D.S. CARLOS
Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2378.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

01.30 - Contenido de Sulfatos
AASHTO T290

Masa Recipiente (0.001g): 84.461

Masa Filtro seco (0.001g): 1.109

Masa Recipiente + Filtro Calcinado (0.001g): 84.509

Contenido de Sulfatos como Ion SO_4^{2-} , ppm: 72.6

Este reporte de ensayo solo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

Observaciones:

LABMEP.004.1

Elaborado por

MOTA-ENGL PERU S.A.

YANINA NATOCOSA
LABORATORISTA

Revisado por

MOTA-ENGL PERU S.A.

David Barrios
Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2379.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

01.31 - Contenido de Cloruros
AASHTO T291

Lectura Inicial del precipitado (0.1 ml): 36.6

Lectura Final del precipitado (0.1 ml): 35.4

Contenido de Cloruros como Ion Cl, ppm: 60.9

Este reporte de ensayo solo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MIEP

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
VENECIA AYOCCHA
LABORADISTA

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
David Sánchez
Jefe de Laboratorio

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2381.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

02.32 - Contenido de Terrones de Arcilla y Partículas Friables en Agregados
ASTM C142/C142M-17

AGREGADO FINO

Antes del Ensayo		Después del Ensayo	
Fración de la Muestra Inicial	M - Masa antes del Ensayo (g) (0.1)	Tamaño de los Tamices por Remoción de Terrones de Arcilla y Partículas Friables	R - Masa después del Ensayo (g) (0.1)
Material retenido en 1.18 mm (T# N.º16)		850 µ (T# N.º20)	

$P = [(M - R) / M] \times 100 \rightarrow$ Contenido de Terrones de Arcilla y Partículas Friables (%) Agregado Fino = %

AGREGADO GRUESO

Antes del Ensayo		Después del Ensayo	
Fración de la Muestra Inicial	M - Masa antes del Ensayo (g) (0.1)	Tamaño de los Tamices por Remoción de Terrones de Arcilla y Partículas Friables	R - Masa después del Ensayo (g) (0.1)
> 37.5 mm (1 1/2")	0.0	4.75 mm (T# N.º4)	0
37.5 mm - 19.0 mm (1 1/2" - 3/4")	0.0	4.75 mm (T# N.º4)	0
19.0 mm - 9.5 mm (3/4" - 3/8")	2054.4	4.75 mm (T# N.º4)	2052.63
9.5 mm - 4.75 mm (3/8" - T# N.º4)	1120.2	2.36 mm (T# N.º8)	1120.02
M Procedo =	3174.6	R Procedo =	3172.6

$P = [(M - R) / M] \times 100 \rightarrow$ Contenido de Terrones de Arcilla y Partículas Friables (%) Agregado Grueso = 0.1 %

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
YERVISY VILLACCA
LABORATORISTA

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Jefe de Laboratorio

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

LABORATORIO

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2382.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

02.44 - Carbón y Lignito
MTC E 215

CONTENIDO DE CARBÓN Y LIGNITO

Fracción Fina

$$\text{Carbón y Lignito (0.01\%)} = \frac{\text{Masa de las partículas decantadas - (0.01g)}}{\text{Masa seca de muestra ensayada - (0.01g)}} \Leftrightarrow \text{---} \Leftrightarrow$$

Fracción Gruesa

$$\text{Carbón y Lignito (0.01\%)} = \frac{\text{Masa de las partículas decantadas - (0.01g)}}{\text{Masa seca de muestra ensayada - (0.01g)}} \Leftrightarrow \frac{0.16}{3000.04} \Leftrightarrow 0.01\%$$

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEF

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
LABORATORIO

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Jefe de Laboratorio

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/16

Reporte N.º
2380.18

Página
1/1

Fecha
15/may/2018

02.09 - Inalterabilidad de Agregados por medio de Sulfato de Sodio o de Magnesio
ASTM C 88-13

EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Tipo de Solución: Sulfato de Sodio Sulfato de Magnesio

AGREGADO FINO

Fracción Pasante - Retenida	Antes del Ensayo				Después del Ensayo			
	Graduación original de la muestra (0.1%)	Masa requerida (1g)	Masa a ensayar inicial (1g)	Retenidos parciales (%)	Masa retenida después del ensayo (1g)	Pérdida		Pérdida corregida (0.1%)
						Peso (1g)	%	
9.5mm (No. 4) - 4.75mm (No. 4)		100						
4.75mm (No. 4) - 2.36mm (No. 8)		100						
2.36mm (No. 8) - 1.18mm (No. 16)		100						
1.18mm (No. 16) - 600µm (No. 30)		100						
600µm (No. 30) - 300µm (No. 50)		100						
300µm (No. 50) - 150µm (No. 100)		100						
<150µm (No. 100)		100						
TOTALES		--				--		

AGREGADO GRUESO

Fracción Pasante - Retenida	Antes del Ensayo				Después del Ensayo			
	Graduación original de la muestra (0.1%)	Masa requerida (1g)	Masa a ensayar inicial (1g)	Retenidos parciales (%)	Masa retenida después del ensayo (1g)	Pérdida		Pérdida corregida (0.1%)
						Peso (1g)	%	
63mm (2 1/2") - 50mm (2")		3000±300						
50mm (2") - 37.5mm (1 1/2")		2000±200						
37.5mm (1 1/2") - 25mm (1")		1000±50						
25mm (1") - 19 mm (3/4")		500±30						
19mm (3/4") - 12.5mm (1/2")	54.5	670±10	675	52	662	15	1.9	1.1
12.5mm (1/2") - 9.5mm (3/8")	24.0	330±5	352	25	317	15	4.6	1.1
9.5mm (3/8") - 4.75mm (No. 4)	19.5	300±5	302	23	295	7	2.2	0.4
TOTALES	97.8	--	1309	100	1274	---		3

EVALUACIÓN CUALITATIVA

Fracción	Nº Partículas antes del ensayo	N.º de Partículas después del Ensayo				
		Buen estado	Agrietadas	Partidas	Escamosas	Desintegradas
63mm (2 1/2") - 50mm (2")						
50mm (2") - 37.5mm (1 1/2")						
37.5mm (1 1/2") - 25mm (1")						
25mm (1") - 19 mm (3/4")						

Observaciones:

Elaborado por



Revisado por



MOTA-ENGIL PERU S.A.
DAVID CARMONA
Jefe de Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO
N° LE-076

INFORME DE ENSAYO

0266/18^{1ª Adenda}
15-05-2018
Pág. 1 de 2



Estudio
L.030.18 Obra/Cantera del solicitante
**Construcción de la Presa de Relaves
Etapa 03 – Proyecto Toromocho**

Descripción del proceso
Caracterización de Agregados

Requisitos y especificaciones del solicitante

Muestra N.º Ref. solicitante
A0268/18 Arena Curb

Muestreo
Responsabilidad del Solicitante

Descripción/Procedencia
Caracterización de Agregados / Cantera Intermedia, Cantera Norte – Proyecto Toromocho (fecha de muestreo: 17/04/2018)

Datos del solicitante

CONCREMAX S.A.

Coo. Las Vertientes Mza. F, Lote 3º, Villa El Salvador - Lima

Fecha de orden de servicio
02-05-2018

Fecha de recepción
02-05-2018

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del Laboratorio MEP

ENSAYO	MÉTODO	RESULTADO [Incertidumbre si aplica]	REPORTE DE ENSAYO N.º
02.01 – Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso	ASTM C136/C136M-14	Fracción Retenida en Tamiz N.º4: T# N.º4 = 100.0% Fracción Pasante en Tamiz N.º4: T# N.º8 = 91.4% T# N.º16 = 63.7% T# N.º30 = 43.9% T# N.º50 = 30.5% T# N.º100 = 23.6% T# N.º200 = 20.1%	2351.18
02.07/02.08 – Densidad, Gravedad Específica y Absorción de los Agregados	ASTM C127-15 / ASTM C128-15	Fracción Fina: Material Pasante en el Tamiz N.º4: $\rho_{app} = 2690 \text{ kg/m}^3$ $\rho_{ss} = 2720 \text{ kg/m}^3$ $\rho_{aparente} = 2760 \text{ kg/m}^3$ WA = 1.5%	2352.18
02.18 – Impurezas Orgánicas (*)	ASTM C40 / MTC E 213	Impurezas Orgánicas: Grado 1	2353.18
02.34 – Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz 75 μm (N.º200) en Agregados por Lavado (*)	ASTM C117 / MTC E 202	% Material Pasante Malla N.º200 = 20.1%	2354.18

Los resultados del presente informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

LABORATORIO MEP
Av. Nicolás Aylón 2634 Ato - Lima 3 - Perú
Teléfono: +51 1 414 3370
E-mail: laboratorio MEP@mota-engil.pe

LABREP.67C.2

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Ing. Martha Torres
GERENTE AREA TECNICA, MANEJO
Y SOSTENIBILIDAD



01.09 – Contenido de Agua de un Suelo	ASTM D2216-10	W = 5.7%	2355.18
01.30 – Contenido de Sulfatos (*)	AASHTO T290	Contenido de Sulfatos = 85.1 ppm	2356.18
01.31 – Contenido de Cloruros (*)	AASHTO T291	Contenido de Cloruros = 88.1 ppm	2357.18
02.32 – Contenido de Terrones de Arcillas y Partículas Friables en Agregados (*)	ASTM C142/C142M-16	Terrones Arcilla y Part. Friables (Agregado Fino) = 0.4%	2359.18
02.44 – Carbón y Lignito (*)	MTC E215	Fración Fina: Carbón y Lignito = 0.03%	2360.18
02.19 – Partículas Livianas en los Agregados (*)	ASTM C123 / MTC E 211	Partículas Livianas (Agregado Fino) = 0.01%	2361.18
02.09 – Inalterabilidad de Agregados por medio de Sulfato de Sodio o de Magnesio	ASTM C88-13	Pérdida Corregida (Agregado Fino) = 7%	2358.18

Observaciones: En el Informe de Ensayo N°0266/18 con fecha 10/05/2018, se ha añadido el Reporte de Ensayo: N°2358.18. Este nuevo Informe de Ensayo anula y sustituye al anterior.

Anexos: 11 Reportes de Ensayo (11 Páginas).

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del Laboratorio MEP

Los resultados del presente Informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.

La fecha de ejecución de los ensayos se indica en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

LABORATORIO MEP
Av. Nicolás Aylón 2634 Ate - Lima 3 - Perú
Teléfono: +51 1 414 3570
E-mail: laboratorio@mot-engil.pe

LABMEP-576.2


MOTA-ENGIL PERU S.A.
Ing. Manha Torres
GERENTE AREA TECNICA, INGENIERIA
Y SOSTENIBILIDAD

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2373.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

02.01 - Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso ASTM C136/C136M-14

Masa Inicial de la Muestra, p_1 (0.1g) = 3980.1
Masa Retenida en Tamiz No.4 (0.1g) = 3890.9
Masa Pasante en Tamiz No.4 (0.1g) = 89.3
Masa de la muestra después del Lavado, p_2 (0.1g) = 3980.0
Pérdidas en el Lavado, p_3 (0.1g) = 0.1

Muestra Seca al Aire

Muestra Seca en Horno (105-110°C)

Módulo de Fineza = 6.73

FRACCIÓN RETENIDA EN TAMIZ No. 4

Porcentaje de Material Retenido en Tamiz No. 4 (0.1%) = 87.8

Tamiz (Abertura)	Masa Retenida p_i	Parcial Retenido $N_i = \frac{p_i}{p_1} \times 100$	Acumulado Retenido N_i'	Acumulado Pasante $N_i'' = 100 - N_i'$
(N.º) (mm)	(0.1g)	(0.1%)	(0.1%)	(1% / 0.1%)
5	125	0.0	0.0	100.0
4	100	0.0	0.0	100.0
3 1/2	90	0.0	0.0	100.0
3	75	0.0	0.0	100.0
2 1/2	63	0.0	0.0	100.0
2	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2	37.5	0.0	0.0	100.0
1	25	0.0	0.0	100.0
3/4	19	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	2161.5	54.3	45.7
3/8	9.5	953.5	24.0	21.7
1/4	6.4	640.8	16.1	8.4
4	4.75	135.1	3.4	2.2

FRACCIÓN PASANTE EN TAMIZ No. 4

Porcentaje de Material Pasante en Tamiz No.4 (0.1%) = 2.2

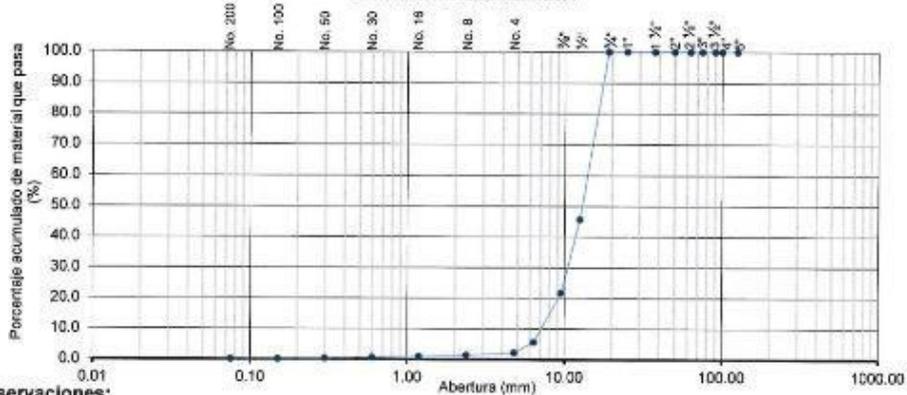
Masa a Ensayar (0.01g) = 89.30

Tamiz (Abertura)	Masa Retenida p_i	Parcial Retenido $N_i = \frac{p_i}{p_1} \times 100$	Acumulado Retenido N_i'	Acumulado Pasante $N_i'' = 100 - N_i'$
(N.º) (mm)	(0.01g)	(0.1%)	(0.1%)	(1% / 0.1%)
8	2.360	32.15	0.8	98.6
16	1.180	18.75	0.5	99.0
30	0.600	15.16	0.4	99.4
50	0.300	12.54	0.3	99.7
100	0.150	8.01	0.2	99.8
200	0.075	2.22	0.1	100.0

Masa Retenida en el Fondo, p'_{200} (0.01g) = 0.32

Material Pasante en el Tamiz No. 200, $p_{200} = p_3 + p'_{200}$ (0.01g) = 0.47

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

En la ejecución del ensayo, fue añadido el tamiz 3/8".

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP.

LABOR. 02.01

Elaborado por

MOTA-ENGIN PERU S.A.
[Signature]
Y. S. ATOCCHA
LABORANTE

Revisado por

MOTA-ENGIN PERU S.A.
[Signature]
Jefe de Laboratorio

02.03 - Resistencia a la Abrasión - Máquina de los Angeles
ASTM C 131/C131M-14

TIPO DE AGREGADO: Grava Huso 67 (3/4")

PROCEDENCIA: Cantera Intermedia, Cantera Norte - Proyecto Toromocho (fecha de muestreo: 17/04/2018)

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 1/2"

Fracción		Composiciones Granulométricas			
		Masas (g)			
Pasante - Retenida		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	1250 ± 25	...	...	...
25 mm (1")	19 mm (3/4")	1250 ± 25	...	...	...
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10	...	...
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	...	...
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	...	...	2500 ± 10	...
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (No. 4)	...	...	2500 ± 10	...
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	...	...	...	5000 ± 10
Masa total de la muestra		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Masa de las esferas		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15
N.º de esferas		12	11	8	6
N.º de rotaciones		500	500	500	500

Masa de la muestra antes del ensayo, m_1 (1g)	5002
Masa del agregado retenido en el tamiz N.º 12, m_2 (1g)	4093
Desgaste de los Ángeles, LA (1%)	18

Observaciones:

Elaborado por

MOTAENGI PERU S.A.
YUNYURI ATAYOCOMA
LABORATORIO

Revisado por

MOTA-ENGI PERU S.A.
YUNYURI ATAYOCOMA
Jefe de Laboratorio

02.07/02.08 - Gravedad Específica y Absorción de los Agregados
ASTM C127-15 / ASTM C128-15

Temperatura del Agua (1 °C) T = 23.2
Densidad del Agua (0.1 kg/m³) G_w = 997.5

ASTM C127 - AGREGADO GRUESO

Agregado Grueso	Masa de la Muestra Seca en Estufa	Masa de la Muestra Saturada Sup. Seca	Masa de la Muestra Sumergida	Gravedad Específica (OD)	Gravedad Específica (SSD)	Gravedad Específica Aparente	Densidad de las Partículas Secas (OD)	Densidad de las Partículas Sat. Superf. Secas (SSD)	Densidad Aparente	Absorción	
	A	B	C	$\frac{A}{B-C}$	$\frac{B}{B-C}$	$\frac{A}{A-C}$	$\frac{A}{B-C} \times G_w$	$\frac{B}{B-C} \times G_w$	$\frac{A}{A-C} \times G_w$	$\frac{B-A}{A} \times 100$	
	(g)	(g)	(g)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(0.1%)	
Material Retenido en Tamiz 30µ	1	841	847	543	2.772	2.791	2.825	2765	2784	2818	0.7
	2	913	919	580	2.771	2.790	2.825	2764	2783	2818	0.7
	3	985	992	637	2.772	2.792	2.828	2766	2785	2821	0.7
	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Promedio				2.77	2.79	2.83	2760	2780	2820	0.7
Material Retenido en Tamiz N.º 4	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Promedio				---	---	---	---	---	---	---

ASTM C128 - AGREGADO FINO

Agregado Fino	Masa de la Muestra Seca en Estufa	Masa del Picnómetro con Agua	Masa del Picnómetro con Agua y Muestra	Masa de la Muestra Saturada Sup. Seca	Gravedad Específica (OD)	Gravedad Específica (SSD)	Gravedad Específica Aparente	Densidad de las Partículas Secas (OD)	Densidad de las Partículas Sat. Superf. Secas (SSD)	Densidad Aparente	Absorción
	A	B	C	S	$\frac{A}{B+S-C}$	$\frac{S}{B+S-C}$	$\frac{A}{B+A-C}$	$\frac{A}{B+S-C} \times G_w$	$\frac{S}{B+S-C} \times G_w$	$\frac{A}{B+A-C} \times G_w$	$\frac{S-A}{A} \times 100$
	(g)	(g)	(g)	(g)	(0.01)	(0.01)	(0.01)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(10kg/m³)	(0.1%)
Material Pasando en Tamiz N.º 4	1										
	2										
	3										
	4										
	Promedio										

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.

YESSICA
LABORATORIA

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.

Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2376.18

Página
1/1

Fecha
09/may/18

02.34 - Cantidad de Material Fino que Pasa en el Tamiz 75 µm (N.º200) en Agregados por Lavado
ASTM C 117-17

MÉTODO DE ENSAYO Método A
 Método B

A	Masa de la Muestra Seca	(0.1 g)	2542.3
B	Masa de la Muestra Seca después de Lavado	(0.1 g)	2512.7
% de Material Fino que Pasa en el Tamiz 75 µm (N.º 200)		(0.1%)	1.2

Este reporte de ensayo solo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
LABORATORIO DE
Y CONTROL TECNOLÓGICO
LABORATORIO

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Hugo Semellós
Jefe de Laboratorio

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º A0270/18	Reporte N.º 2377.18	Página 1/1	Fecha 9/may/18
--------------------------------	-------------------------------	----------------------	--------------------------

01.09 - Contenido de Agua de un Suelo
ASTM D2216-10

MÉTODO DE ENSAYO Método A
 Método B

Número del Recipiente			4	15
Masa del Recipiente	M_1	(1g)	140	134
Masa del Recipiente + Muestra Húmeda	M_2	(1g)	2699	2271
Masa del Recipiente + Muestra Seca	M_3	(1g)	2682	2257
Masa del Agua	$M_w = M_2 - M_3$	(1g)	17	14
Masa de la Muestra Seca	$M_s = M_3 - M_1$	(1g)	2542	2123
Contenido de Agua	$W = \frac{M_w}{M_s} \times 100$	(0.1%)	0.7	0.7
Contenido de Agua (Promedio)			(0.1%)	0.7

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

Observaciones:

Elaborado por
MOTA-ENGIL PERU S.A.


Revisado por
MOTA-ENGIL PERU S.A.

Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2378.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

01.30 - Contenido de Sulfatos
AASHTO T290

Masa Recipiente (0.001g): 84.461

Masa Filtro seco (0.001g): 1.109

Masa Recipiente + Filtro Calcinado (0.001g): 84.509

Contenido de Sulfatos como Ion SO_4^{2-} , ppm: 72.6

Este reporte de ensayo solo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

Observaciones:

LABMEP.004.1

Elaborado por

MOTA-ENGL PERU S.A.

YANINA NATOCOSA
LABORATORISTA

Revisado por

MOTA-ENGL PERU S.A.

David Barrios
Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2379.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

01.31 - Contenido de Cloruros
AASHTO T291

Lectura Inicial del precipitado (0.1 ml): 36.6

Lectura Final del precipitado (0.1 ml): 35.4

Contenido de Cloruros como Ion Cl⁻, ppm: 60.9

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MIEP

Observaciones:

LABMIEP 2005.1

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
VERONICA AYOCCHA
LABORANTISTA

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
David Sánchez
Jefe de Laboratorio

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/18

Reporte N.º
2381.18

Página
1/1

Fecha
9/may/18

02.32 - Contenido de Terrones de Arcilla y Partículas Friables en Agregados
ASTM C142/C142M-17

AGREGADO FINO

Antes del Ensayo		Después del Ensayo	
Fración de la Muestra Inicial	M - Masa antes del Ensayo (g) (0.1)	Tamaño de los Tamices por Remoción de Terrones de Arcilla y Partículas Friables	R - Masa después del Ensayo (g) (0.1)
Material retenido en 1.18 mm (T# N.º16)		850 µ (T# N.º20)	

$P = [(M - R) / M] \times 100 \rightarrow$ Contenido de Terrones de Arcilla y Partículas Friables (%) Agregado Fino = %

AGREGADO GRUESO

Antes del Ensayo		Después del Ensayo	
Fración de la Muestra Inicial	M - Masa antes del Ensayo (g) (0.1)	Tamaño de los Tamices por Remoción de Terrones de Arcilla y Partículas Friables	R - Masa después del Ensayo (g) (0.1)
> 37.5 mm (1 ½")	0.0	4.75 mm (T# N.º4)	0
37.5 mm - 19.0 mm (1 ½" - ¾")	0.0	4.75 mm (T# N.º4)	0
19.0 mm - 9.5 mm (¾" - ¾")	2054.4	4.75 mm (T# N.º4)	2052.63
9.5 mm - 4.75 mm (¾" - T# N.º4)	1120.2	2.36 mm (T# N.º8)	1120.02
M Procedo =	3174.6	R Procedo =	3172.6

$P = [(M - R) / M] \times 100 \rightarrow$ Contenido de Terrones de Arcilla y Partículas Friables (%) Agregado Grueso = 0.1 %

Observaciones:

Elaborado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
YERVISY VILLACCA
LABORATORISTA

Revisado por

MOTA-ENGIL PERU S.A.
Jefe de Laboratorio

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el Laboratorio MEP

LABORATORIO

REPORTE DE ENSAYO

Muestra N.º
A0270/16

Reporte N.º
2380.18

Página
1/1

Fecha
15/may/2018

02.09 - Inalterabilidad de Agregados por medio de Sulfato de Sodio o de Magnesio
ASTM C 88-13

EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Tipo de Solución: Sulfato de Sodio Sulfato de Magnesio

AGREGADO FINO

Fracción Pasante - Retenida	Antes del Ensayo				Después del Ensayo			
	Graduación original de la muestra (0.1%)	Masa requerida (1g)	Masa a ensayar inicial (1g)	Retenidos parciales (%)	Masa retenida después del ensayo (1g)	Pérdida		Pérdida corregida (0.1%)
						Peso (1g)	%	
9.5mm (No. 4) - 4.75mm (No. 4)		100						
4.75mm (No. 4) - 2.36mm (No. 8)		100						
2.36mm (No. 8) - 1.18mm (No. 16)		100						
1.18mm (No. 16) - 600µm (No. 30)		100						
600µm (No. 30) - 300µm (No. 50)		100						
300µm (No. 50) - 150µm (No. 100)		100						
<150µm (No. 100)		100						
TOTALES		--				--		

AGREGADO GRUESO

Fracción Pasante - Retenida	Antes del Ensayo				Después del Ensayo			
	Graduación original de la muestra (0.1%)	Masa requerida (1g)	Masa a ensayar inicial (1g)	Retenidos parciales (%)	Masa retenida después del ensayo (1g)	Pérdida		Pérdida corregida (0.1%)
						Peso (1g)	%	
63mm (2 1/2") - 50mm (2")		3000±300						
50mm (2") - 37.5mm (1 1/2")		2000±200						
37.5mm (1 1/2") - 25mm (1")		1000±50						
25mm (1") - 19 mm (3/4")		500±30						
19mm (3/4") - 12.5mm (1/2")	54.5	670±10	675	52	662	15	1.9	1.1
12.5mm (1/2") - 9.5mm (3/8")	24.0	330±5	352	26	317	15	4.6	1.1
9.5mm (3/8") - 4.75mm (No. 4)	19.5	300±5	302	23	295	7	2.2	0.4
TOTALES	97.8	--	1309	100	1274	---		3

EVALUACIÓN CUALITATIVA

Fracción	Nº Partículas antes del ensayo	N.º de Partículas después del Ensayo				
		Buen estado	Agrietadas	Partidas	Escamosas	Desintegradas
63mm (2 1/2") - 50mm (2")						
50mm (2") - 37.5mm (1 1/2")						
37.5mm (1 1/2") - 25mm (1")						
25mm (1") - 19 mm (3/4")						

Observaciones:

Elaborado por



Revisado por



MOTA-ENGIL PERU S.A.
DAVID CARMONA
Jefe de Laboratorio

Anexo 5 – Certificados de calibración de equipos de laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 042 - 2018

Página 1 de 2

Expediente : T 058-2018
Fecha de emisión : 2018-02-20

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : CONCREMAX S.A.

Dirección : MZA F LOTE 3A COO LAS VERTIENTES - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Descripción del Equipo : OLLA WASHINGTON

Marca de Equipo : FORNEY

Modelo de Equipo : NO INDICA

Serie de Equipo : NO INDICA

Alcance de Escala : 100 % AIRE a 0 % AIRE

Posición de Trabajo : INFERIOR

Código de Identificación : EQA-032

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
20 - FEBRERO - 2018

4. Método de Calibración
La Calibración se realiza de acuerdo a la norma ASTM C 231-14 verificación de equipos de aire clase B.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	ENTIDAD QUE CERTIFICA
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	CEP 019 - 2017	INACAL - DM
TERMOHIGROMÉTRICO	TRACABLE	T 1683 - 2017	INACAL - DM
CANISTER	ELE	LFP 001 - 2018	Punto de precisión

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,5	23,8
Humedad %	62	62

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de calibración y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



[Handwritten Signature]
 Ing. Néstor Lora
 20 FEBRERO 2018
 PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 098 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 125-2018
 Fecha de emisión : 2018-04-09

1. Solicitante : CONCREMAX S.A.

Dirección : MZA. F. LOTE 3A COO. LAS VERTIENTES - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : FORNEY

Modelo de Prensa : FX-250-TP1LOT

Serie de Prensa : 10073

Capacidad de Prensa : 300000 lbs

Marca de indicador : MCC

Modelo de Indicador : SAFIR

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
 LABORATORIO DE CONCRETO DE CONCREMAX S.A.
 MINERA CHINALCO - PROYECTO TOROMOCHO
 05 - ABRIL - 2018

4. Método de Calibración
 La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	ENTIDAD QUE CERTIFICA
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	5.1	5.3
Humedad %	73	74

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

015-CM-2018

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 053C-02-2018
Solicitante : CONCREMAX S.A.
Dirección : Mza F Lote 3A COO. Las Vertientes Lima - Lima -
Villa el salvador
Equipo/ Instrumento : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO
AUTOMÁTICO
Marca : OHAUS
Modelo : AV8101
Serie : 8030041067
Identificación : No indica
Ubicación : No indica
Procedencia : China
Capacidad máxima : 6100 g
Capacidad mínima : 5 g (*)
División de escala (d) : 0,1 g
División de verificación (e) : 1 g (*)
Clase de exactitud : II (*)
Tipo : Electrónica
Fecha de calibración : 2018-03-02
Lugar : CONCREMAX S.A.
Mza F Lote 3A COO. Las Vertientes Lima - Lima - Villa el salvador
Método utilizado: : Basado en comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), tomando como referencia el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ra. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



2018-03-02
Fecha de emisión

Ing. Luis A. Sime Pérez

Jefe de Metrología
CIP:41346



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

015-CM-2018

Área de Metrología

Página 1 de 4

Expediente : 053C-02-2018
Solicitante : CONCREMAX S.A.
Dirección : Mza. F Lote 3A COO. Las Vertientes Lima - Lima -
Villa el salvador
Equipo/ Instrumento : **BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO
AUTOMÁTICO**
Marca : OHAUS
Modelo : AV8101
Serie : 8030041067
Identificación : No indica
Ubicación : No indica
Procedencia : China
Capacidad máxima : 8100 g
Capacidad mínima : 5 g (*)
División de escala (d) : 0,1 g
División de verificación (e) : 1 g (*)
Clase de exactitud : II (*)
Tipo : Electrónica
Fecha de calibración : 2018-03-02

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a reglamentaciones vigentes.

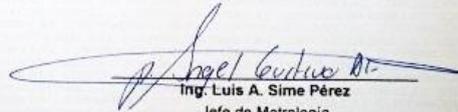
Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Lugar : CONCREMAX S.A.
Mza. F Lote 3A COO. Las Vertientes Lima - Lima - Villa el salvador
Método utilizado: : Basado en comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), tomando como referencia el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ra. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI



2018-03-03
Fecha de emisión


Ing. Luis A. Sime Pérez
Jefe de Metrología
CIP:41346

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú - Telf.: (01) 381-6230
• Claro RPC: 989 645 623 • RPC: 961 505 209
• E-mail: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com | www.2myn.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

125-CM-2017

Área de Metrología

Página 1 de 3

Expediente	: 055-02-2017	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p>
Solicitante	: CONCREMAX S.A.	
Dirección	: Mz M2, lotes 1 y 2, Carretera Central km 150.5 - Nueva Morococha - Junín	
Equipo/ Instrumento	: BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	
Marca	: Bentomac	
Modelo	: No indica	
Serie	: No indica	
Identificación	: QSI 22L-03 (*)	
Ubicación	: Planta de Concreto - Tunshurucu - Aditivo A	
Procedencia	: No indica	
Capacidad máxima	: 22 kg	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.</p> <p>CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Capacidad mínima	: 1 kg (**)	
División de escala (d)	: 0,01 kg	
División de verificación (e)	: 0,1 kg (**)	
Clase de exactitud	: IIII (**)	
Tipo	: Electrónica	
Fecha de calibración	: 2017-10-25	
Lugar	: Planta de Concreto - Tunshurucu - Aditivo A CONCREMAX S.A. Mz M2, lotes 1 y 2, Carretera Central km 150.5 - Nueva Morococha - Junín	
Método utilizado:	: Basado en comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón), tomando como referencia el PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (III) y (IIII) ", 3ra. Edición, Enero - 2009, SNM-INDECOPI.	



2017-10-31
Fecha de emisión

Ing. Luis A. Sime Pérez
Jefe de Metrología
CIP-41346

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.



Validación de instrumento

Proyecto: "Análisis comparativo de diseño de mezcla de concreto bordillo para ser extruido y aplicado en presa de relaves, Proyecto Toromocho, 2017"
Tesista: Omar Ramos Calle
Escuela: Ingeniería
Facultad: Ingeniería Civil

1. OBJETIVO

El presente procedimiento tiene como objetivo, dar validación al instrumento que fue usado para el proyecto de investigación, donde será sometido a la opinión de 03 ingenieros civiles especialistas relacionados al tema de investigación.

2. ALCANCE

Los especialistas evaluaron y dieron su valoración al instrumento mediante coeficientes que serán medidos de acuerdo al rango y magnitudes de Alfa.

Rangos	Magnitudes
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

3. EVALUACIÓN DE LOS ESPECIALISTAS

Valoración de Especialista N° 1				
VARIABLES	PROCESO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REFERENCIA NORMATIVA	VALORACIÓN DE VALIDACIÓN
V1	Caracterización de agregados	Ensayo de Análisis granulométrico	ASTM C 136	0.85
		Ensayo de % pasante malla N° 200	ASTM C 117	0.80
		Ensayo de peso unitario suelto y compactado	ASTM C 29	0.75
		Ensayo de peso específico y % de absorción	ASTM C 127 / ASTM C128	0.80
		Contenido de humedad	ASTM C 566	0.85
	Diseños de mezcla	Dosificación de materiales - Muestras A,B,C;D	ACI 211, ACI 214	0.85
V2	Control de calidad	Ensayo Asentamiento	ASTM C 143	0.90
		Ensayo de contenido de aire	ASTM C 231	0.80
		Ensayo de temperatura	ASTM C 1064	0.85
		Resistencia a la compresión (estadística)	ASTM C39	0.95
Promedio				

Valoración de Especialista N° 3				
VARIABLES	PROCESO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REFERENCIA NORMATIVA	VALORACIÓN DE VALIDACIÓN
V1	Caracterización de agregados	Ensayo de Análisis granulométrico	ASTM C 136	0.80
		Ensayo de % pasante malla N° 200	ASTM C 117	0.75
		Ensayo de peso unitario suelto y compactado	ASTM C 29	0.75
		Ensayo de peso específico y % de absorción	ASTM C 127 / ASTM C128	0.80
		Contenido de humedad	ASTM C 566	0.85
	Diseños de mezcla	Dosificación de materiales - Muestras A,B,C;D	ACI 211, ACI 214	0.80
V2	Control de calidad	Ensayo Asentamiento	ASTM C 143	0.85
		Ensayo de contenido de aire	ASTM C 231	0.90
		Ensayo de temperatura	ASTM C 1064	0.85
		Resistencia a la compresión (estadística)	ASTM C39	0.90
Promedio				

Anexo 7 – Validación de instrumento

	Validación de instrumento
--	----------------------------------

Valoración de Especialista N° 2				
VARIABLES	PROCESO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	REFERENCIA NORMATIVA	VALORACIÓN DE VALIDACIÓN
V1	Caracterización de agregados	Ensayo de Análisis granulométrico	ASTM C 136	0.85
		Ensayo de % pasante malla N° 200	ASTM C 117	0.80
		Ensayo de peso unitario suelto y compactado	ASTM C 29	0.75
		Ensayo de peso específico y % de absorción	ASTM C 127 / ASTM C128	0.80
		Contenido de humedad	ASTM C 566	0.85
	Diseños de mezcla	Dosificación de materiales - Muestras A,B,C;D	ACI 211, ACI 214	0.85
V2	Control de calidad	Ensayo Asentamiento	ASTM C 143	0.85
		Ensayo de contenido de aire	ASTM C 231	0.85
		Ensayo de temperatura	ASTM C 1064	0.75
		Resistencia a la compresión (estadística)	ASTM C39	0.95
		Promedio		



Validación de instrumento

Variable	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Promedio	Indice de validez
V1	0.79	0.81	0.81	0.80	0.84
V2	0.88	0.85	0.88	0.87	

Aprobado por: Especialista N°1 Ing. Renán Fernández Gálvez CIP : 130505	 CONCRETEK S.A. RENÁN FERNÁNDEZ GÁLVEZ Jefe de Calidad
Aprobado por: Especialista N°2 Ing. Wilmer Correa Salinas CIP : 115733	 JEFE DE CALIDAD Ing. Wilmer Correa
Aprobado por: Especialista N°3 Ing. Carlos Benites Fejoo CIP : 153789	 CARLOS HERNÁN BENITES FEJOO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 153789