



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE ECOPLAST-
WG 9500 EN LA CONSTRUCCION DE UN SIFON DE 308.5 M3,
CAJAMARCA 2024”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional
de:**

INGENIERO CIVIL

Cleiser Bladimir Ramos Tarrillo

Asesor:

MBA. Ing. Giovani André Veramendi Carreño

Código ORCID

0009-0009-8333-7189

Cajamarca - Perú

2024

INFORME DE SIMILITUD



Cleiser Bladimir RAMOS TARRILLO SUFICIENCIA_PROFESIONAL_APLICACIÓN_DEL_ADITIVO_...

- Trabajo de suficiencia profesional
- Trabajo de suficiencia profesional - GV
- Asesores

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:3044519762

Fecha de entrega
16 oct 2024, 10:23 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
16 oct 2024, 10:28 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
SUFICIENCIA_PROFESIONAL_APLICACIÓN_DEL_ADITIVO_SUPERPLASTIFICANTE_ECOPLAST_WG_9....docx

Tamaño de archivo
23.1 MB

95 Páginas
9,931 Palabras
52,715 Caracteres






8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
 - 0%  Publicaciones
 - 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)
-

DEDICATORIA

A Dios siendo el centro de todo y el principal
motivo de mi vida

A Luz Elena, Josué Gamaliel y Génesis Abigail.

AGRADECIMIENTO

A mi esposa e hijos por ser mi motor y motivo.

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD.....	2
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
RESUMEN EJECUTIVO.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	35
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	74
CAPITULO IV. METODOLOGÍA	95
CAPITULO V. RESULTADOS.....	104
CAPITULO IV. CONCLUSIONES	107
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>resistencia del cemento con relación agua</i>	36
Tabla 2 Clasificación según su tamaño	38
Tabla 3 <i>Distribución de los aditivos según su uso</i>	39
Tabla 4 Slump de muestra de concreto	48
Tabla 5 Tabla de pesos	49
Tabla 6 Evaluación de las propiedades del concreto en estado endurecido	49
Tabla 7 Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto	58
Tabla 8 Peso unitario del concreto fresco.....	58
Tabla 9 Determinación de las propiedades en estado endurecido del concreto.....	59
Tabla 10 Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto	66
Tabla 11 Peso unitario del concreto fresco.....	66
Tabla 12 Evaluación de las propiedades del concreto en estado endurecido	67
Tabla 13 Cuadro comparativo entre propiedades obtenidas del concreto según el método de diseño utilizado	71
Tabla 14 Cantidad de muestras de pruebas.....	96
Tabla 15 <i>Esquema de asentamiento del concreto</i>	100
Tabla 16 <i>Consistencia del cono</i>	100
Tabla 17 Esquema de resistencia a la compresión.....	102
Tabla 18 Resultados de resistencia a la compresión del concreto con A/C 0.29 a 7 días, 14 días y 28 días con todos los diseños de mezcla.....	104
Tabla 19 Asentamiento del concreto según el diseño de mezcla de A/C 0.29	105
Tabla 20 Resistencia a la compresión a 7 días con aditivo ECOPLAST – WG 9500 a un 1.15% y muestra patrón	123
Tabla 21 <i>Influencia del aditivo</i>	124
Tabla 22 Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 7 días - Shapiro-Wilk	125
Tabla 23 Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 14 días - Shapiro-Wilk	125
Tabla 24 Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 1.15% a 14 días - Shapiro-Wilk.....	126
Tabla 25 Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 28 días - Shapiro-Wilk	127
Tabla 26 Resistencia a la compresión a 14 días con aditivo ECOPLAST – WG 9500 a un 1.15% y muestra patrón	128
Tabla 27 Resistencia a la compresión a 28 días con aditivo ECOPLAST – WG 9500 a un 1.15% y muestra patrón	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa	14
Figura 2 Organigrama disgregado de la empresa	15
Figura 3 Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales-Callao	16
Figura 4 Plataforma de lixiviación Cara chugo 14 y 11.	17
Figura 5 Refinería de zinc Ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica en Lima.....	18
Figura 6 Presa de relaves y planta concentradora Antamina.....	19
Figura 7 Vista de unidad minera San Rafael.	20
Figura 8 Procesadora Industrial Río Seco.	21
Figura 9 Vista 3D Ampliación y modernización de Plaza Victoria	22
Figura 10 Vista de faja transportadora para el envío de crudos SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A.	23
Figura 11 Proyecto La Joya KOMATSU MITSUI - JOY S.A.	24
Figura 12 Vista panorámica de MINERA SHOUXIN PERÚ.	25
Figura 13 Vista de arreglo 3D del Proyecto Explotación Global de Relaves.	25
Figura 14 Vista de Planta de procesos Tambomayo.....	26
Figura 15 Vista 3D de Ingeniería de celdas de columna y nueva línea de relaves ANTAPACCAY.	27
Figura 16 Vista 3D Ingeniería de detalle para el Proyecto Truckshop de Quellaveco.	28
Figura 17 Vista panorámica de proyecto NEXA	29
Figura 18 Isométrico Proyecto Yumpag interior Mina	30
Figura 19 Trabajo de campo y toma de muestras para perforación.....	31
Figura 20 Medición de SLUMP utilizando el cono de Abrams	48
Figura 21 Gráfica: Carga Vs. deformación	50
Figura 22 Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria.....	51
Figura 23 Corrección de grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria.	52
Figura 24 Grafica carga Vs. deformación	60
Figura 25 Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria.....	60
Figura 26 Corrección de grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria-Método módulo de finura.	61
Figura 27 Grafica carga Vs. deformación	69
Figura 28 Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria.....	69
Figura 29 Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria.....	70
Figura 30 Vista planta de la estación de bombas – equipos mecánicos	77
Figura 31 Vista de elevación de la estación de bombas	77
Figura 32 Vista planta de la estación de bombas – equipos y tuberías	78
Figura 33 Vista elevación estación de bombas donde se visualizan los manifolds de succión y descarga.	79
Figura 31 Vista elevación estación de bombas donde se visualizan los manifolds de succión y descarga.	80
Figura 35 Vista de salida de tuberías a superficie y descarga caja de recepción.....	81
Figura 36 Vista de planta del recorrido de la línea en superficie	81
Figura 37 Diagrama arquitectura de control sistema de bombeo interior mina	87
Figura 38 Ubicación de la unidad minera Yumpag	88
Figura 39 Ubicación PTARI interior mina unidad minera Yumpag.....	89
Figura 40 Plano de ingeniería de Sifón en planta, sección y detalles	90
Figura 41 Proceso de armado de acero y encofrado de 1er. anillo de Sifón	91
Figura 42 Proceso de encofrado de 6to. anillo de Sifón.....	92
Figura 43 Vista de anillo desencofrado y proceso de armado de andamio modulado.	93
Figura 44 Vista de anillo en proceso de llenado de agua	93
Figura 45 Procedimiento de diseño de mezcla ACI	98

Figura 46 Resistencia a la compresión a 7 días, 14 días y 28 días con aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 1.15% y muestra patrón	105
Figura 47 Resultados del asentamiento del concreto con una A/C 0.29 según porcentaje de aditivo	106
Figura 45 Cuadro comparativo a 28 días – 1.15 % de aditivo respecto al patrón, compresión y slump. ...	108
Figura 49 Vista de Sifón con agua a 3/4 partes de llenado del nivel superior	111
Figura 50 Vista de Sifón parte Superior con estructura de vigas monoriel para bombas	112
Figura 51 Medición de consistencia de mezcla Slump 11.5 Pulg.	113
Figura 52 Proceso de preparación de mezcla con Carmix de capacidad de 3.5 m3.....	114
Figura 53 Diseño de mezcla para un concreto $f_c=280$ kg/cm ² con aditivo ECOPLAST-WG9500 a 1.15%.	115
Figura 54 Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 7 días muestra patrón	116
Figura 55 Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 14 días muestra patrón	117
Figura 56 Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 28 días muestra patrón	118
Figura 57 Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 7 días muestra 1.15%	119
Figura 58 Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 14 días muestra 1.15%	120
Figura 59 Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 28 días muestra 1.15%	121

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Porcentaje de agregado fino	99
Ecuación 2 Porcentaje de agregado grueso	99
Ecuación 3 Ecuación cálculo de resistencia a la compresión.....	102
Ecuación 4 Cálculo del Área	102

RESUMEN EJECUTIVO

Debido a la necesidad de realizar bombeo de concreto a distintos niveles sin afectar la resistencia, costo y tiempo de ejecución se vio la necesidad de buscar diferentes alternativas, siendo la más conveniente el uso de un superplastificante ECOPLAST – WG 9500. La presente investigación tiene como objetivo la evaluación de la trabajabilidad y resistencia a la compresión, Se consideraron porcentajes de aditivo (en peso del cemento): 0%, 0.29 y 1.15%. El aditivo superplastificante mejora la trabajabilidad a mayores porcentajes, las mezclas con 0.29, con y 1.15% presentaron mayor resistencia a la compresión, cuando se compararon a la referencia (0%). El uso de aditivos, en este caso superplastificante, resulta beneficioso para la trabajabilidad y resistencia a compresión del hormigón; no obstante, se deben definir los contenidos más adecuados para su utilización. En este sentido, el uso del agregado y aditivos superplastificantes representan una alternativa técnicamente viable y sostenible en la elaboración de hormigón, una vez que se alcanza la resistencia a la compresión de diseño.

Se concluye que el aditivo Ecoplast WG9500 es un buen reductor de agua manteniendo el Slump según se requiera, permitiendo el desencofrado en menos de 24 horas, alcanza mayor resistencia en las tres fases de curado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Información de la empresa

1.1.1 Reseña

Bisa es una empresa que brinda servicios de ingeniería para la industria minera, principalmente investigación geológica, investigación técnica, diseño, información e ingeniería, exploración y explotación minera, construcción de fábricas de extracción de minerales, investigación y selección de equipos y en general, todo tipo de servicios de ingeniería relacionados con la minería, el medio ambiente y el trabajo social, inscritos en el registro de empresas privadas de contratistas mineros de la Dirección General de Minería del país, mediante resolución MEM/DGH-193-2003.

1.1.2 Misión

Una empresa de ingeniería peruana que ofrece soluciones técnicas y operativas en minería y construcción, enfocándose en generar valor para clientes, socios y accionistas.

1.1.3 Visión

Ser empresa ingeniería líder en ofrecer soluciones rentables a sus clientes.

1.1.4 Política Integrada de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente

En BISA INGENIERÍA DE PROYECTOS S.A., nos comprometemos a desarrollar soluciones de ingeniería y gestión de proyectos en minería e infraestructura, priorizando la seguridad, la salud laboral y el medio ambiente.

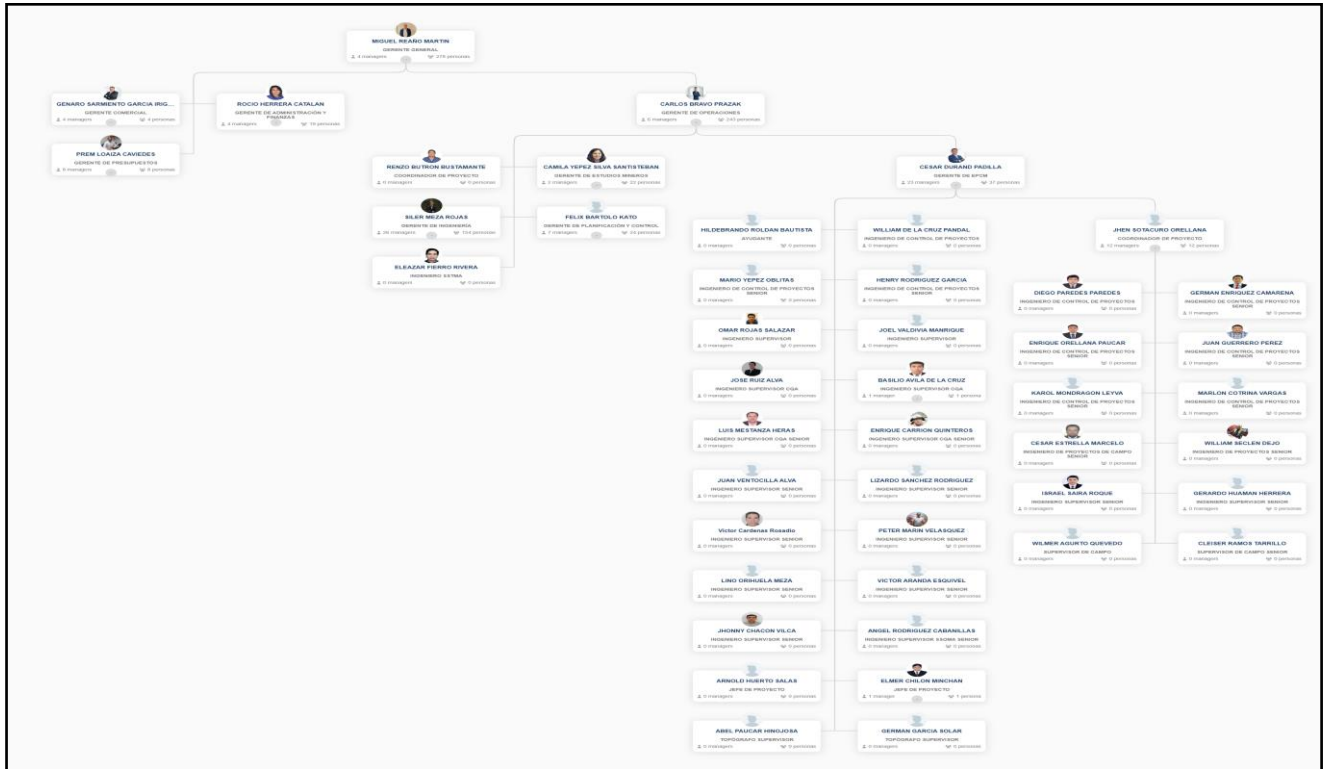
Como resultado, mantenemos un sistema de gestión integrado que garantiza el crecimiento sostenible de nuestras operaciones a través de: (BISA, 2024)

1. Seguir las leyes, reglamentos, regulaciones nacionales y reglamentos vigentes de la empresa. (BISA, 2024)
2. Garantizamos ambientes de trabajo saludables y seguros para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales. (BISA, 2024)
3. Estableciendo, efectuando metas y objetivos para proteger a nuestros empleados y el medio ambiente mediante el perfeccionamiento continuo del sistema. (BISA, 2024)
4. Identificar y eliminar los peligros en los lugares de trabajo, evaluar los riesgos e implementar medidas de control para prevenir:
 - Incidentes y accidentes.
 - Enfermedades ocupacionales.
 - Efectos negativos en el entorno.
 - Uso responsable de la energía y reducción de los recursos naturales.(BISA,2024)
5. Consultando y participando con los trabajadores y representantes sobre la SST y MA (BISA,2024).
6. Capacitamos a nuestros empleados y socios para promover la seguridad, la salud ocupacional y el medio ambiente en todos los proyectos, fundamentados en valores, ética y respeto (BISA, 2024).

1.1.5 Organigrama

La organización tiene el siguiente gráfico organizacional:

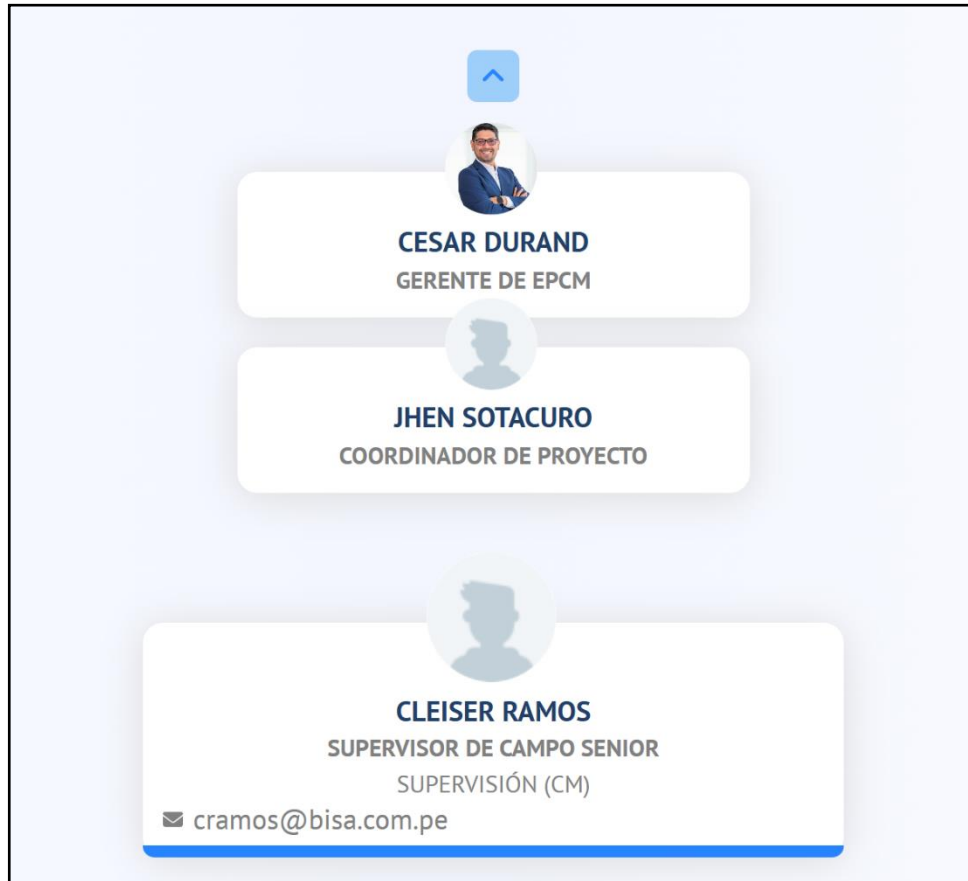
Figura 1
Organigrama de la empresa



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A.

Figura 2

Organigrama disgregado de la empresa



Nota: Sacado BISA Ingeniería de Proyectos S.A.

1.1.6 Principales proyectos

Ingeniería que lo hace posible 47 años desarrollando más de 4,500 proyectos exitosos en Perú y el mundo en minería, industria e infraestructura.

EPCM

Gestión de los proyectos en fase inicial y gerencia de construcción mediante supervisión técnica en materia de seguridad, medio ambiente y control de calidad.

Estudio de ingenierías, adquisición y gerencia de construcción. (BISA,2024).

Figura 3

Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales-Callao



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Minera Yanacocha

Garantía de calidad para las etapas 14 y 11 de la construcción de la plataforma de lixiviación Cara chugo.

El programa para vigilar y supervisar la gestión integral de empresas basadas en Colectividad del área de influencia proyecto Quecher-Main. (BISA, 2024)

Figura 4

Plataforma de lixiviación Cara chugo 14 y 11.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Proyecta Nexa Cajamarquilla

Gestión del Capital de gasto para el sostenimiento de la - Fel 3. (BISA, 2024)

Figura 5

Refinería de zinc Ubicada en el distrito de Lurigancho-Chosica en Lima



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Compañía minera Antamina

PDN Gestión de Proyectos.

permitirá conducir los relaves desde la concentradora hasta la Presa de Relaves.

(BISA, 2024)

Figura 6

Presa de relaves y planta concentradora Antamina



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Unidad Minsur San Rafael

Gerencia de Proyecto de mantenimiento de la unidad San Rafael. (BISA,2024).

Figura 7

Vista de unidad minera San Rafael.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Buenaventura

La compañía ha recibido el encargo de la empresa Uchucchacua desarrollar el proyecto GESTIÓN DE PROYECTOS PMO – PLANEAMIENTO, PROGRAMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN. Para el adecuado desarrollo de las actividades.

Ingeniería

Con experiencia nacional e internacional, ejecutamos estudios de prefactibilidad y factibilidad, ingeniería básica y detalle, modelamiento 3D, estimaciones económicas y financieras, y soporte técnico, entre otros servicios

Procesadora industrial río Seco

Desarrollo de ingeniería y acompañamiento durante la etapa de construcción

Figura 8

Procesadora Industrial Río Seco.



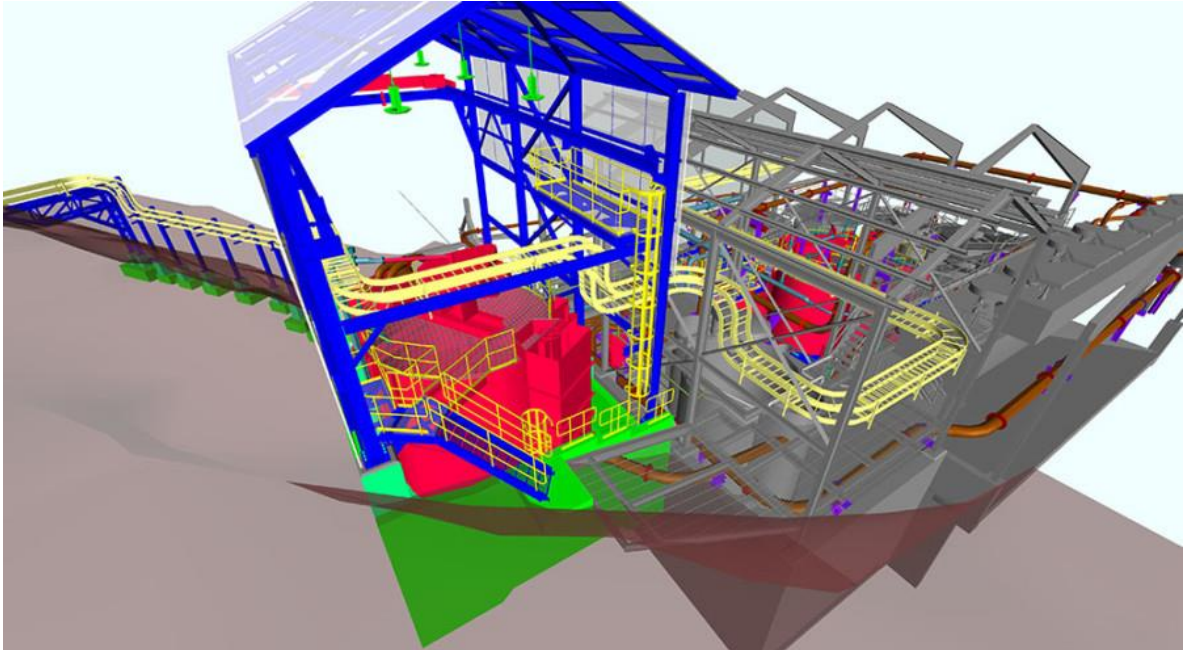
Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Volcán minera SAA.

La modernización, la ampliación y la ingeniería de Plaza Victoria. ((BISA, 2024)

Figura 9

Vista 3D Ampliación y modernización de Plaza Victoria



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Shougang Hierro Perú S.A.A.

Desarrollar el crecimiento de la producción de minas y beneficios de la planta. (BISA, 2024).

Figura 10

Vista de faja transportadora para el envío de crudos SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Komatsu Mitsui - JOY S.A.

Ingeniería de detalle, tramites de permiso y licencia para la ejecución del proyecto

La Joya. (BISA, 2024)

Figura 11

Proyecto La Joya KOMATSU MITSUI - JOY S.A.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Minera Shouxin Perú

Proyecto de Explotación Global de Relaves, ingeniería de detalle e ingeniería de campo. (BISA, 2024)

Figura 12

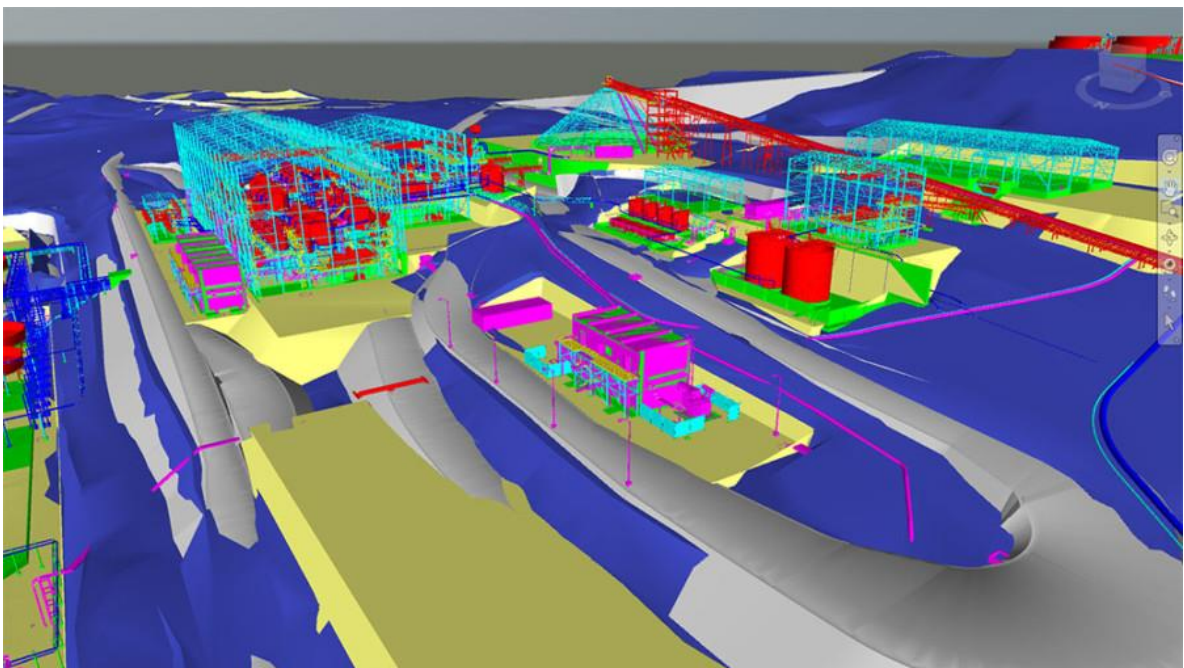
Vista panorámica de MINERA SHOUXIN PERÚ.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Figura 13

Vista de arreglo 3D del Proyecto Explotación Global de Relaves.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Compañía minas Buenaventura S.A.A.

Evaluación preliminar, ingeniería básica y factibilidad de terreno de proyecto Tambomayo. (BISA, 2024).

Figura 14

Vista de Planta de procesos Tambomayo



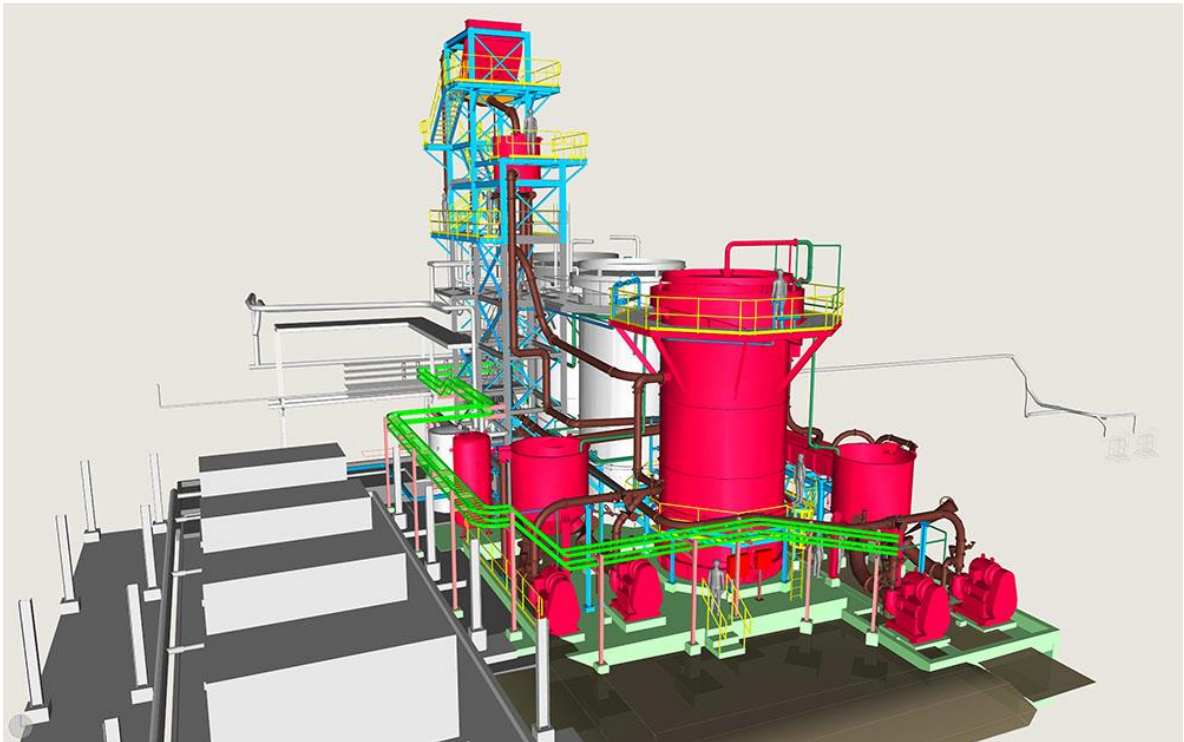
Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Compañía minera Antapaccay

Diseño de celdas de columna y línea para sólidos finos. (BISA, 2024)

Figura 15

Vista 3D de Ingeniería de celdas de columna y nueva línea de relaves ANTAPACCAAY.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

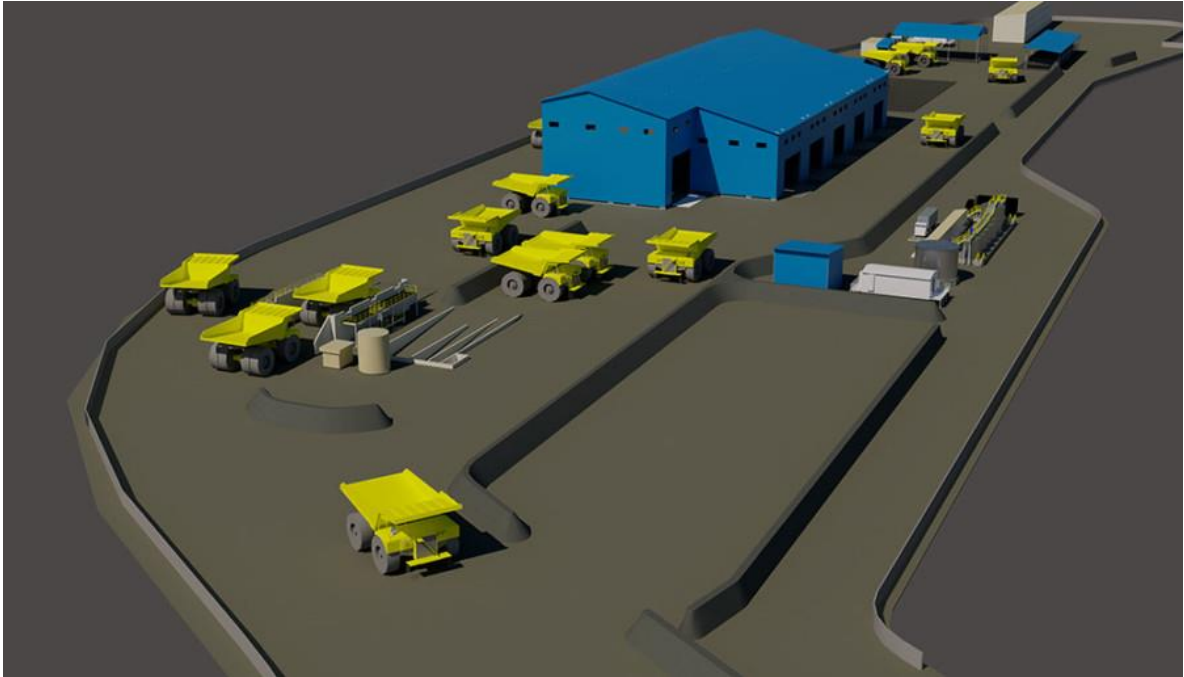
Consorcio SACYR - Ajani

Desarrollo de la ingeniería de detallada para el Proyecto de bahías de camiones de

Quellaveco. (BISA, 2024)

Figura 16

Vista 3D Ingeniería de detalle para el Proyecto Truckshop de Quellaveco.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Estudios mineros

Nuestros servicios para el sector Minería se destacan por el desarrollo de estudios conceptuales de prefactibilidad y factibilidad que son piezas claves para la configuración de todo proyecto minero.

Nexa Resources

Supervisar y registrar el proyecto Magistral y Pukaqaqa (primera y segunda campaña). (BISA, 2024)

Figura 17

Vista panorámica de proyecto NEXA

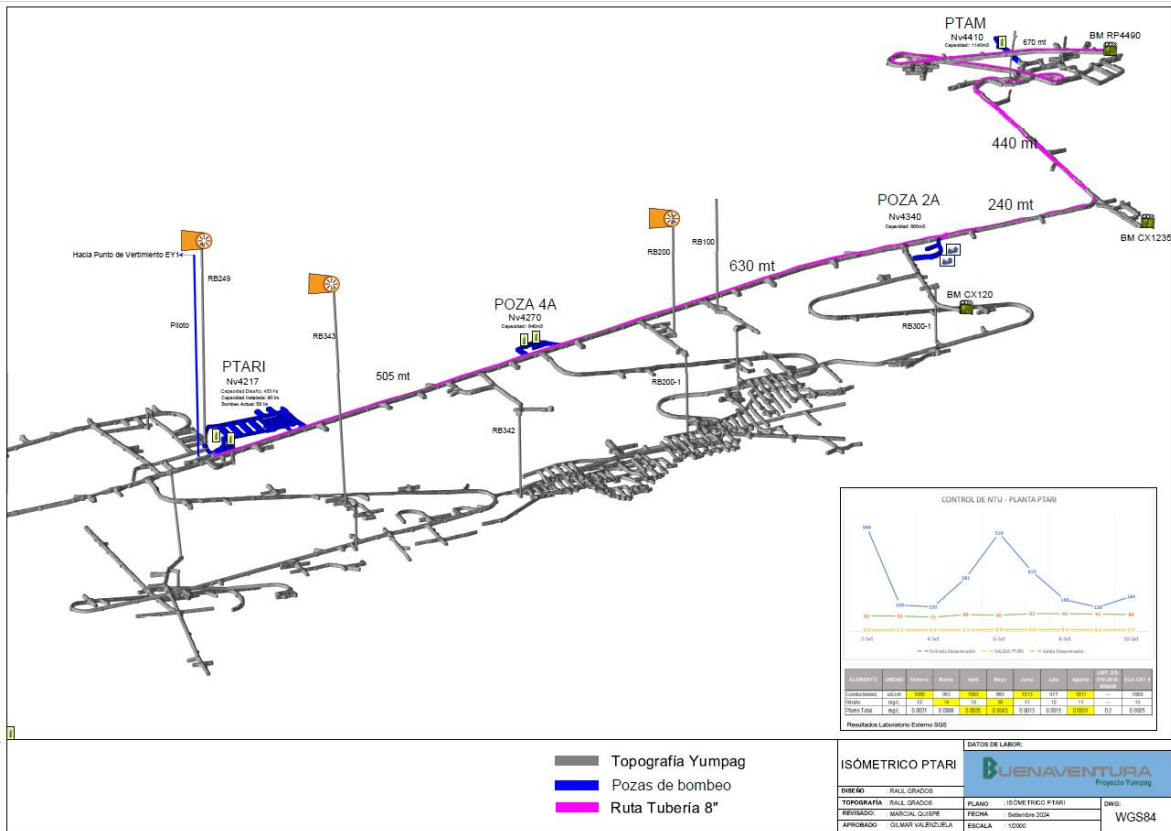


Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

Compañía de minas Buenaventura S.A.A.

Asistencia y consultoría por s minas subterráneas. (BISA, 2024)

Figura 18
Isométrico Proyecto Yumpag interior Mina



Nota: Sacado de expediente Proyecto Yumpag

MMG las Bambas

Control del programa de perforación geotécnica para la ingeniería de factibilidad de la etapa II de Chalcobamba (BISA, 2024).

Figura 19

Trabajo de campo y toma de muestras para perforación.



Nota: Sacado de BISA Ingeniería de Proyectos S.A

1.2 Marco Situacional

El concreto es material que más se ha usado en la actualidad que se ha formado por cemento, agua, áridos finos y arena. En la actualidad, al hormigón se le incorpora aditivos para optimizar sus propiedades y sea manejable al momento de trasladar y bombear. Por lo tanto, creo que este estudio es necesario, se realizaron experimentos con aditivos superplastificantes, los cuales fueron desarrollados específicamente para aumentar el tiempo de trabajo y darnos la posibilidad de poder desencofrar muros a las 24 horas una vez realizado su instalación.

(Carrión Ochoa 2014) Se concluye que “La aplicación del aditivo superplastificante fue muy beneficiosa porque pudimos lograr asentamientos de hasta 9 cm, lo que nos ayudó a lograr una mezcla fluida y trabajable”.

(Cárdenas Cerón & Jesús Shapiama, 2014) Se concluye “La producción de concreto de alta trabajabilidad necesita una cuidadosa selección de materiales, el uso de aditivos plastificantes y superplastificantes, y un estricto control de calidad en todas las etapas. La cantidad de aditivo aplicado varía según el nivel de trabajabilidad requerido.

(Sanchez, 2024) Además, se descubrió que el superplastificante Slakment 290N es mejor para lograr una resistencia de $f_c = 800 \text{ kg/cm}^2$ porque, en comparación con el uso de micro y nanosilice, logra la resistencia deseada a un costo significativamente menor”.

Para crear el concreto especial, los agregados utilizados combinan las propiedades físico-mecánicas necesarias

1.3 Realidad Problemática

En la actualidad, el sector construcción se ha incrementado y por ende el consumo de concreto también, el cual se presenta a nivel nacional y muchas veces se tiene que trasladar a largas distancias, niveles inferiores de poco acceso, la fecha de entregables por el cliente no siempre está sujeto a respetar los tiempos pactados y establecidos en un cronograma, los cambios generados obligan a la búsqueda de alternativas y cambios de diseño mezcla, es ahí donde surge la necesidad de seleccionar un aditivo que facilite el proceso constructivo disminuyendo el tiempo de fraguado, que sea manejable para el bombeo a diferentes niveles sin perder su resistencia, se convierte en un reto para los ingenieros en buscar el mejor aditivo con las propiedades químicas que nos den dichos resultados expuestos.

La necesidad de búsqueda y selección de aditivos surge a partir de la necesidad de la construcción de un Sifón, al inicio de su construcción se presentaron ciertos inconvenientes

al momento de realizar el vaciado de concreto, por ser una estructura con varios niveles (conformadas por 5 anillos de 2.35 y un sexto de 0.80 m , en el cual se emplea un carmix y bomba estacionaria para realizar dicho bombeo , en el transcurso de la construcción se identifica que los accesos para el ingreso de bomba para realizar el vaciado por la parte superior es muy corto y de un solo carril y solo permite el ingreso de camioneta y dificulta el ingreso del Scoop para el traslado de la bomba estacionaria, por lo que la única opción que se plantea es realizar el bombeo de la parte inferior del Sifón ubicada en la cámara 960, por otro lado la premura por entregar el Sifón antes de lo programado suma a los problemas que se necesita resolver, siendo el aditivo ECOPLAST- WG 9500 el cual nos permite tener una mejor manejabilidad sin perder su resistencia.

En la presente investigación se diseña concreto con una A/C a 0.29 con una mezcla fluida con asentamiento de 10-12 pulgadas el cual permite que sea manejable al momento de bombear a distintos niveles sin afectar la resistencia para la cual se empleó aditivo ECOPLAST- WG 9500 en porcentaje de 1,15% para un concreto $f'c=280$ kg/cm².

1.3.1 Formulación del problema

1.3.1.1 Pregunta general

¿Qué resultado se obtiene al aplicar superplastificante Ecoplast- WG 9500 en porcentaje de 1,15% en el concreto $f'c=280$ kg/cm²?

1.4 Objetivo general

Aplicar el aditivo Ecoplast WG9500 superplastificante para mejorar la resistencia compresión del concreto en la construcción de un SIFON 308.5 m³, Cajamarca 2024.

1.4.1 Objetivos específicos

- Hacer un diseño de mezcla para un concreto $f'c=280$ kg/cm² adicionando aditivo superplastificante ECOPLAST WG9500.

- Establecer la resistencia a compresión de la mezcla de concreto con aditivo Superplastificante ECOPLAST- WG 950 con cemento Tipo V.
- Realizar ensayos de control de calidad como son las muestras de Slump de concreto con adición de aditivo ECOPLAST WG9500.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Justificación Teórico

2.1.1 *Concreto de Alta Resistencia*

Según Según el ACI, el concreto de alta resistencia tiene una compresión mínima de 420 kg/cm², mientras que las NTC del RCDF 2004 establecen un mínimo de 400 kg/cm². Este tipo de concreto se utiliza desde hace más de 50 años, comenzando en 1968 con el edificio Lake Point Tower en Chicago, que alcanzó 520 kg/cm². Su uso extendido ha llevado a centros de investigación a estudiar su diseño y características. (UNAM, 2024)

2.1.2 *Usos:*

- Edificios de altura o sujetos a fuertes cargas.
- Todas las estructuras donde se necesite una resistencia superior a 28 días o se requiera una reducción de sección.
- En superestructuras de puentes de alta luz y donde la durabilidad de los elementos es necesaria.
- En áreas que requieren relaciones bajas entre agua y cemento, como tanques de almacenamiento, muelles y estructuras en contacto con aguas residuales.

2.1.3 *Materiales Usados:*

A) **Cemento:**

El cemento raramente se utiliza solo; comúnmente se mezcla con áridos para formar morteros y hormigón. Al amasarse con agua, fragua y endurece tanto en aire como bajo agua,

actuando como un conglomerante hidráulico. El cemento Portland es el tipo más conocido y utilizado.

La norma europea UNE-EN 197-1:2011, indica que los cementos, «son conglomerantes hidráulicos, esto es, materiales artificiales de naturaleza inorgánica y mineral, que finamente molidos y convenientemente amasados con agua forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como al agua».

B) Agua y relación A/C:

En esta relación entre agua y cemento, el agua es crucial debido a su relación con el cemento y a las numerosas propiedades del material final que se obtendrá. A menudo, agregar más agua aumenta la fluidez de la mezcla y aumenta la trabajabilidad y plasticidad, lo cual es beneficioso para la mano de obra. Sin embargo, con el tiempo, la resistencia disminuye debido a la adición de cemento.

Por lo tanto, la relación por peso entre agua y cemento, como se muestra en el cuadro 1.1, es fundamental para la resistencia del concreto. (Fallas, et al., 2024)

Tabla 1

resistencia del cemento con relación agua

A/C	f'c (kg/cm ²)
0,36	420
0,40	370
0,45	340
0,50	295
0,55	275

0,60	230
0,65	220
0,70	185
0,75	165
0,80	140

C) Agregados:

Los agregados son fundamentales para la economía, durabilidad y estabilidad en obras civiles, representando un volumen significativo: del 65% al 85% en concreto hidráulico, del 92% al 96% en concreto asfáltico y del 75% al 90% en pavimentos.

Agregados naturales

Los agregados se clasifican como material de cantera o de río según su origen. El material de río, arrastrado por ríos, tiene una textura lisa y forma redondeada, mientras que el material de cantera es rugoso y anguloso debido a su extracción. Ambas características ofrecen ventajas y desventajas en su uso en concreto hidráulico o asfáltico. Además, al triturar material de río, se obtienen características físicas similares a las del material de cantera, pero conservando la resistencia mecánica del material original.

Agregados artificiales

Este agregado se realiza de procesos industriales, tales como limaduras de hierro, escorias de hornos y arcillas expandidas. Para reducir el costo del concreto y el mortero, a veces se utilizan desechos orgánicos en combinación de agregados natural. (Gutiérrez de López, 2003)

Clasificación según su dimensión

La tabla 2 muestra la clasificación de los agregados

Tabla 2
Clasificación según su tamaño

TAMAÑO DE LA PARTICULA EN mm	DENOMINACION CORRIENTE	CLASIFICACION
Pasante del tamiz N° 200 inferior a 0.002 mm	Arcilla	Fracción
Entre 0.002 - 0.074 mm	Limo	fina o finos
Pasante del tamiz N° 4 y retenido en el tamiz N° 200 Es decir entre 4.76 mm y 0.074 mm	Arena	Agregado fino
Retenido en el tamiz N° 4	Gravilla	Agregado grueso
Entre 4.76 mm y 19.1 mm (N° 4 y 3/4")	Grava	
Entre 19.1 y 50.8 mm (3/4" y 2")	Piedra	
Entre 50.8 mm y 152.4 mm (2" y 6")	Rajón, Piedra bola	
Superior a 152.4 mm (6")		

D) Aditivos:

Según el ACI 116.R, los aditivos son materiales distintos del agua, agregados, cemento y adiciones que se incorporan al concreto antes o durante el mezclado para modificar sus propiedades y mejorar su manejo, comportamiento y reducir costos de producción. El término "aditivo" incluye una variedad de materiales, algunos de uso común y otros con aplicaciones más limitadas.

Clasificación de los aditivos

Las características de cada tipo determinan la clasificación de los aditivos; la Tabla 3 muestra clasificación en función sobre el aditivo que cumple en mezcla de concreto:

Tabla3

Distribución de los aditivos según su uso

TIPO ADITIVO	Frecuencia
Aditivos inclusores de aire:	<p>Se usan para mantener burbujas de aire en el hormigón, lo que aumenta la duración del concreto que se expone a ciclos de congelación y deshielo.</p>
Aditivos reductores de agua	<p>Se emplean para disminuir la cantidad de agua de mezclado requerida para un revenimiento especificado, disminuyen la relación agua/cemento, por lo que se obtiene un aumento de resistencia.</p>
Aditivo retardadores de fraguado	<p>Se utilizan para compensar el fraguado acelerado del concreto en climas cálidos o para retrasar el fraguado inicial en colados complicados.</p>
Aditivos acelerador de fragua	<p>Se utilizan para desencofrar antes de lo estipulado y permitir el uso anticipado de la obra.</p>
Aditivos superplastificantes	<p>Para lograr concretos fluidos de alto revenimiento, se utilizan aditivos superplastificantes junto con mezclas de</p>

bajo revenimiento o baja relación
agua/cemento. Su objetivo es aumentar
temporalmente la fluidez del concreto sin
afectar sus propiedades finales, aunque se
deben considerar los efectos potenciales
de estos aditivos.

2.1.4 Curado:

El curado asegura que la temperatura y la humedad del concreto sean adecuadas desde su colocación y acabado, permitiendo el desarrollo de sus propiedades. En los concretos convencionales, el curado con agua es esencial para lograr el máximo grado de hidratación, lo que resulta en mayor resistencia y menor permeabilidad.

El concreto sin curado se seca rápidamente según su relación agua/cemento, pero no alcanzará su máxima resistencia ni durabilidad. El curado temprano es preferible al tardío, y en el caso de los concretos convencionales, cualquier curado es mejor que no curar.

Hay controversia sobre la necesidad de curar el concreto de alto desempeño; algunos argumentan que debe curarse como el concreto convencional, mientras que otros creen que su densa microestructura lo hace menos dependiente del curado. Sin embargo, curar adecuadamente es crucial para reducir la contracción y prevenir agrietamientos, siendo aún más importante en el caso del concreto de alta resistencia.

En el concreto convencional, la contracción final es principalmente térmica y causada por el secado. En el concreto de alta resistencia, pueden ocurrir contracciones severas en tres etapas: en estado plástico, por el bajo índice de exudación; en estado endurecido, por la auto desecación tras un rápido desarrollo de hidratación; y por el gradiente térmico durante el enfriamiento no homogéneo

En el concreto de alta resistencia, siempre se encuentran tres fundamentos que reducen su volumen aparente, y no hay un método universal comprobado para su curado. La mejor forma de curar el concreto de alto desempeño es sencilla: debe curarse con agua durante el mayor tiempo posible. (Reina Cardoza, Sanchez Blanco, & Solano Quintanilla, 2010, págs. 44,45,46)

2.1.5 Diseño de mezclas de concreto

Peso unitario del concreto

El peso total del concreto es suma de sus partes. Nos brinda un valor que podemos comparar con el fresco y el endurecido. Los concretos se pueden analizar con tres características distintas, que son:

- Los concretos comunes tienen un peso por unidad de volumen de 2200 a 2400 kilogramos por metro cúbico.
- Los concretos livianos tienen un peso de unidad del volumen menor a 1900 **kg/m³**.
- Concreto pesado con un peso por unidad de volumen entre 2800 y 6000 kilogramos por metro cúbico. (Ramos Zapana, et al., 2024)

Cantidad de material por metro cubico

Después de definir los requisitos para el diseño de mezcla, se calcula la cantidad de materiales necesarios por metro cúbico de concreto, considerando las relaciones agua/cemento y el módulo de finura global. Aunque se pueden usar tanto el diseño seco como el de obra, en este caso solo se necesita el diseño seco, ya que las propiedades de los materiales son normales y el diseño de obra puede variar según el procedimiento de construcción y el control aplicado.

Desarrollo de los ensayos en laboratorio

Método Walker

A. Características de los materiales:

- Agregados:

AGREGADO FINO : ARENA DE RIO

Peso Específico Aparente : 2.5 g/cm³

Peso Unitario Suelto Seco : 1322.7 kg/m³

Peso Unitario Seco Compactado: 1596 kg/m³

Humedad Natural : 4.53%

Absorción : 6.38 %

Módulo de Finura : 2.79

AGREGADO GRUESO : PIEDRA CHANCADA

Perfil : Angular

Tamaño Máximo Nominal : 1”

Peso Específico Aparente : 2.53 g/cm³

Peso Unitario Suelto Seco : 1281.1 kg/m³

Peso Unitario Seco Compactado: 1453 kg/m³

Humedad Natural : 1.03%

Absorción : 1.09 %

Módulo de Finura : 7.78

- Cemento:

CEMENTO PORTLAND ASTM C-150 TIPO I PACASMAYO.

PESO ESPECIFICO: 3150 Kg/m³

- **Agua:** Potable.
- **Concreto:**

Las especificaciones del concreto son:

$$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ds. = 20 \text{ kg/cm}^2$$

Consistencia Plástica = 3''- 4''

B. Elaboración del diseño de mezcla

1 Determinación de la resistencia promedio (f'_{cr}), en función de la Resistencia

a Compresión especificada ($f'c$).

$$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } Ds = 20 \text{ kg/cm}^2$$

Luego por formula:

$$f'_{cr} = 300 + 1.34 (20) = 326.60$$

$$f'_{cr} = 300 + 2.33 (20) - 35 = 311.60$$

Utilizaremos el f'_{cr} mayor que será: $f'_{cr} = 326.60$

2 Selección de la consistencia

Consistencia plástica: SLUMP: 3''-4''

3 Selección del TMN del Agregado Grueso según el ensayo de

granulometría realizado en laboratorio:

TMN: 1''

4 Selección del volumen de agua de mezclado, para un concreto sin aire incorporado,

Agua de mezclado = 197 litros/m³

5 Selección del Contenido de Aire, solamente aire atrapado.

Contenido de aire = 1.5%

6 Selección de la Relación Agua/Cemento:

Dado que no se presenta problemas para utilizar el diseño por durabilidad utilizaremos solo el diseño tomando en cuenta solo la resistencia. Para un concreto con un $f'c$ de 300 kg/cm² y sin aire incorporado.

$$A/C = 0.55$$

7 Determinación del Factor Cemento

$$FC = (V \text{ agua}) / (a/c) = (197 \text{ lts}) / (0.55 \text{ lts/kg}) = 358.18 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de cemento por bolsas} = 358.18 / 42.5 = 8.43 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\cong 8 \text{ bolsas/m}^3$$

8 Cálculo del volumen absoluto de la pasta

$$\text{Cemento:} \quad 358.18 / 3150 = 0.1137 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua:} \quad 197 / 1000 = 0.197 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire:} \quad 1.5 / 100 = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de la pasta:} \quad 0.3257 \text{ m}^3$$

9 Cálculo del volumen del agregado Global.

$$V_{\text{agregado Global}} = 1 - 0.3257 = 0.6743 \text{ m}^3$$

10 Cálculo del porcentaje de incidencia del agregado fino sobre el agregado Global.

$$MF \text{ del Af} = 2.79$$

Por lo tanto, de la tabla de Walker se tendría:

$$8.43 \text{ -----}x$$

$$8 \text{ -----}46$$

$$7 \text{ -----}49$$

$$\therefore X = \% \text{ Af} = 44.71 \%$$

11 Cálculo del Volumen absoluto del Af y Ag

$$V_{\text{abs Af}} = 0.6743 \times (44.71\%) = 0.3015 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{abs Ag}} = 0.6743 \times (100 - 44.71\%) = 0.3728 \text{ m}^3.$$

12 Cálculo de los pesos secos de los agregados

$$\text{Peso seco Af} = 0.3015 \times 2500 = 753.75 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso seco Ag} = 0.3728 \times 2530 = 943.184 \text{ kg}$$

13 Determinación de los valores de diseño en laboratorio

$$\text{Cemento} \quad : 358.18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} \quad : 753.75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} \quad : 943.184 \text{ kg/m}^3 \quad \text{Agua de Mezcla} \quad : 197 \text{ lts/m}^3$$

$$\text{Contenido de Aire Atrapado: } 1.5 \%$$

14 Realizamos la corrección por humedad de los agregados:

Cálculo de los pesos húmedos

$$\text{Peso húmedo Af} = 753.75 \times (1 + 4.53/100) = 787.89 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo } Ag = 943.184 \times (1+1.03/100) = 952.90 \text{ kg}$$

Cálculo de la humedad superficial:

$$Af = (4.53 - 6.38) \% = -1.85\%$$

$$Ag = (1.03 - 1.09) \% = -0.06\%$$

Aporte de agua por humedad superficial del agregado:

$$Af = 753.75 \times (-0.0185) = -13.9443 \text{ lts}$$

$$Ag = 943.184 \times (-0.0006) = -0.5659 \text{ lts}$$

$$\text{Aporte por humedad} = -14.5102 \text{ lts}$$

Volumen de agua efectiva:

$$\forall \text{ Agua efectiva} = \forall \text{ Agua de mezcla} - \text{Aporte por humedad}$$

$$= 197 - (-14.5102) = 211.5102 \cong 212 \text{ lts.}$$

15° Determinación de los valores de diseño al pie de obra:

$$\text{Cemento} : 358.18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} : 787.89 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} : 952.90 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Mezcla} : 212 \text{ lts/m}^3$$

$$\text{Contenido de Aire Atrapado: } 1.5 \%$$

16 Finalmente realizamos el proporcionamiento al pie de obra:

$$358.18/358.18, 787.89/358.18, 952.90/358.18, / 212/8.43$$

$$1: 2.2: 2.7 / 25.14 \text{ lts/bolsa}$$

C. Elaboración de la probeta de ensayo

1° Calculamos las proporciones de cada material para realizar 2 probetas.

$$\text{Volumen de probeta: } ((\pi D^2)/4 * h) = (\pi * 0.15^2)/4 * 0.3 = 0.0053 \text{ m}^3$$

Factor = $2 * \text{volumen de probeta} = 0.0106$

Cemento: $358.18 * 0.0106 = 3.79 \text{ kg.}$

Agregado Fino: $787.89 * 0.0106 = 8.35 \text{ kg.}$

Agregado Grueso: $952.90 * 0.0106 = 10.10 \text{ kg.}$

Agua efectiva: $212 * 0.0106 = 2.25 \text{ Lts.}$

2° Adición de los elementos de mezclado

- Primero una pequeña cantidad de agua para mojar la superficie.
- Luego se coloca el agregado grueso y el agregado fino, se mezcla durante un tiempo.
- Seguidamente se vacía el cemento, se mezcla estos elementos.
- Luego se procede colocar el agua batiendo con cuidado para no perder agua, y que la mezcla se haga conforme al diseño.
- Vaciamos la mezcla del trompo a una carretilla.

D. Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto

Consistencia

Medimos el SLUMP utilizando el cono de Abrams

Figura 20

Medición de SLUMP utilizando el cono de Abrams



Tabla 4

Slump de muestra de concreto

SLUMP		OBERVACION	
PROBETA	cm	Pulg.	consistencia
Nº 01	8.89	3.5	C. Plástica

Conclusión:

La consistencia plástica esperada o asumida tenía valores que oscilaban entre 3In y 4In. Los valores obtenidos corresponden al asentamiento predeterminado, como se puede ver en la tabla adjunta.

Apariencia

El resultado del mezclado fue una apariencia sobre gravosa

Peso unitario del concreto fresco

Tabla 5

Tabla de pesos

PROPIEDAD	PROBETA N° 01
W molde (kg)	11.185
W molde + C° (kg)	24.460
Volumen(molde)(m3)	0.0053
P.U.de C° (kg/m3)	2504

E. Evaluación de las propiedades del concreto en estado endurecido

Resistencia

➤ Después de la realización, la probeta se desmolda dejándola curar en agua por un periodo de 7 días. Después de 28 días, se somete a un ensayo a compresión en una máquina universal. Se espera que alcance entre el 60 y el 70 % de su resistencia.

Tabla 6

Evaluación de las propiedades del concreto en estado endurecido

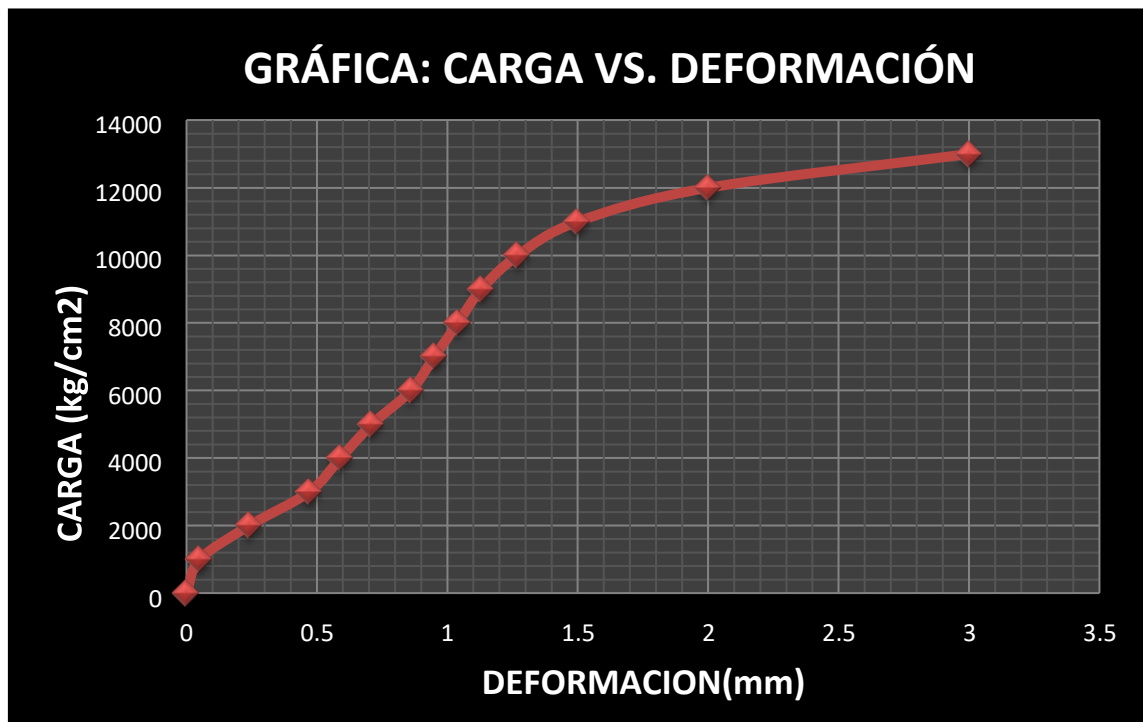
	cm/cm2/cm3	mm
Diámetro	15.27	152.7
Altura	30.2	302
Área	183.13	
Volumen	5530.47	

Medida	Carga(Kg)	Deformación(mm)	Esfuerzo(Kg/cm2)	Deformación unitaria
0	0	0	0,00	0,00000
1	1000	0,05	5,46	0,00017

2	2000	0,24	10,92	0,00079
3	3000	0,47	16,38	0,00156
4	4000	0,59	21,84	0,00195
5	5000	0,71	27,30	0,00235
6	6000	0,86	32,76	0,00285
7	7000	0,95	38,22	0,00315
8	8000	1,04	43,68	0,00344
9	9000	1,13	49,15	0,00374
10	10000	1,27	54,61	0,00421
11	11000	1,5	60,07	0,00497
12	12000	2	65,53	0,00662
13	13000	3	70,99	0,00993

Figura 21

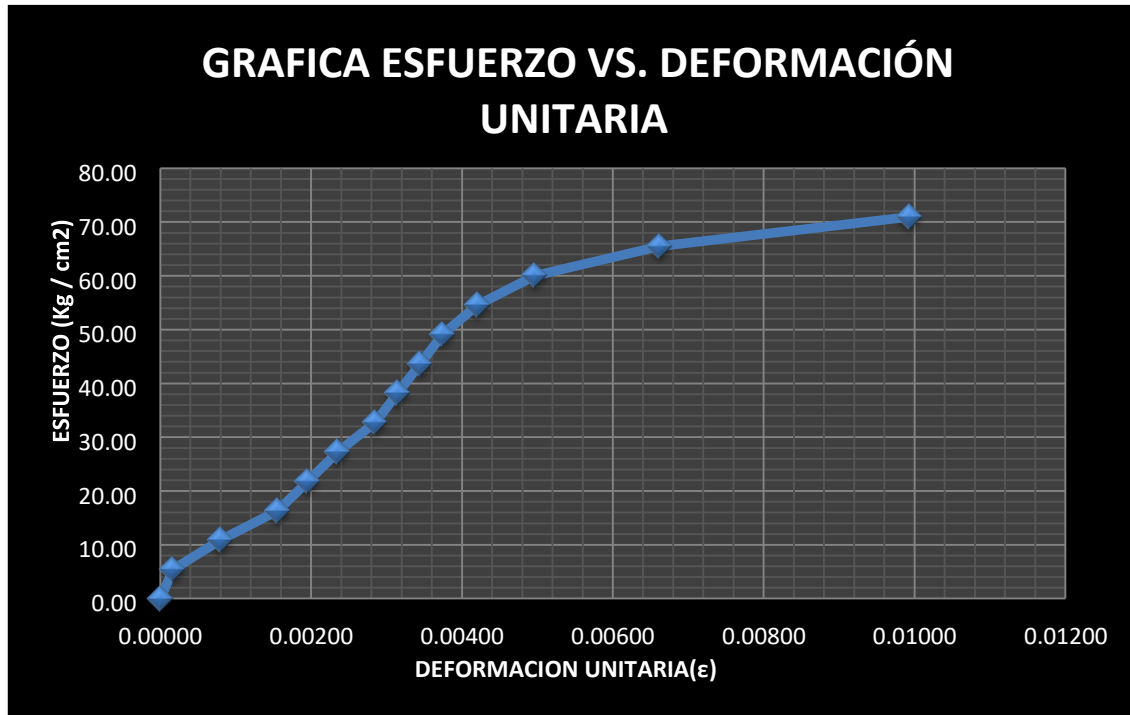
Gráfica: Carga Vs. deformación



Nota: Elaboración propia

Figura 22

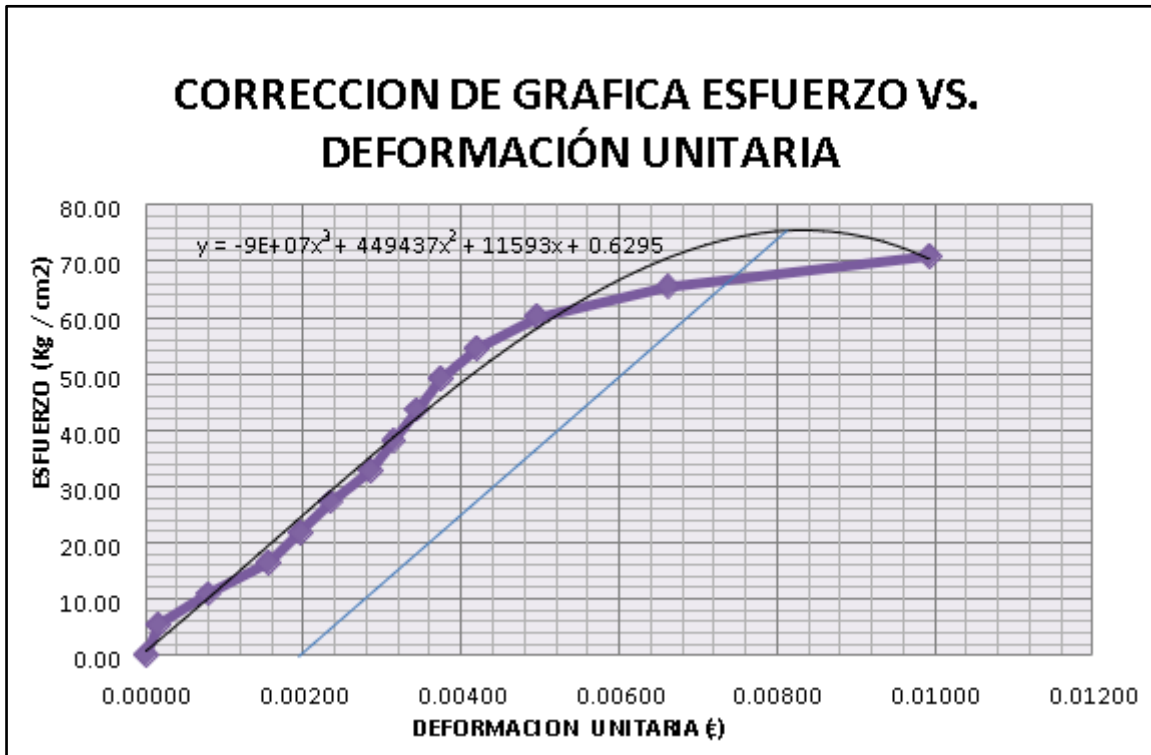
Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria



Nota: Elaboración propia

Figura 23

Corrección de grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria.



Nota: Elaboración propia

Cálculos y resultados:

Esfuerzo máximo alcanzado a los 7 días de curado: 70.99 kg/ cm²

Para verificar si llegamos al porcentaje de resistencia requerido para los 7 días,

hacemos:

7 días..... 70%*f*'*c* = 210 kg/ cm²

7 días..... *x* %*f*'*c* = 70.99 kg/ cm²

X = 23.6633% *f*'*c*

Por lo tanto, se llegó solo al 23.66% de la resistencia especificada.

2º Módulo de elasticidad

➤ **Por el método teórico**

$$\begin{aligned}
 &= 15000\sqrt{f'c \ 7\text{días}} &= 15000\sqrt{f'c \ 7\text{días}} \\
 &= 1500\sqrt{210} &= 1500\sqrt{70.99} \\
 &= 217370.6512 \text{ Kg/ cm}^2 &= 126383.3454 \text{ Kg/ cm}^2
 \end{aligned}$$

➤ **Por el método práctico**

$$E = \tan\sigma = \frac{75}{0.0082-0.002}$$

$$E = \tan\sigma = 12096.7742$$

Método del módulo de finura de la combinación de agregados

A. Características de los materiales:

- Agregados:

AGREGADO FINO : ARENA DE RIO

Peso Específico Aparente : 2.5 g/cm³
 Peso Unitario Suelto Seco : 1322.7 kg/m³
 Peso Unitario Seco Compactado: 1596 kg/m³
 Humedad Natural : 4.53%
 Absorción : 6.38 %
 Módulo de Finura : 2.79

AGREGADO GRUESO : PIEDRA CHANCADA

Perfil : Angular
 Tamaño Máximo Nominal : 1”
 Peso Específico Aparente : 2.53 g/cm³
 Peso Unitario Suelto Seco : 1281.1 kg/m³
 Peso Unitario Seco Compactado: 1453 kg/m³
 Humedad Natural : 1.03%
 Absorción : 1.09 %
 Módulo de Finura : 7.78

- **Cemento:**

CEMENTO PORTLAND ASTM C-150 TIPO I PACASMAYO.

PESO ESPECIFICO: 3150 Kg/m³

- **Agua:** Potable.

- **Concreto:**

Las especificaciones del concreto son: $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ $Ds. = 20 \text{ kg/cm}^2$

Consistencia Plástica = 3''- 4''

B. Elaboración del diseño de mezcla

1° Determinación de la resistencia promedio ($f'cr$), en función de la

Resistencia a Compresión especificada ($f'c$)

$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ y $Ds = 20 \text{ kg/cm}^2$

Luego por formula:

$f'cr = 300 + 1.34 (20) = 326.60$

$f'cr = 300 + 2.33 (20) - 35 = 311.60$

Utilizaremos el $f'cr$ mayor que será: $f'cr = 326.60$

2° Selección de la consistencia

Consistencia plástica: SLUMP: 3''-4''

3° Selección del TMN del Agregado Grueso según el ensayo de granulometría
realizado en laboratorio:

TMN: 1''

4° Selección del volumen de agua de mezclado, para un concreto sin aire incorporado,

Agua de mezclado = 193 litros/m³

5° Selección del Contenido de Aire, solamente aire atrapado.

Contenido de aire = 1.5%

6° Selección de la Relación Agua/Cemento:

Dado que no se presenta problemas para utilizar el diseño por durabilidad utilizaremos solo el diseño tomando en cuenta solo la resistencia.

Interpolando:

350 ----- 0.48
 326.6 ----- X
 300 ----- 0.55

$$X = 0.51$$

$$A/C = 0.51$$

7° Determinación del Factor Cemento

$$FC = (V \text{ agua}) / (A/C) = (193 \text{ lts}) / (0.51 \text{ lts/kg}) = 378.43 \text{ kg}$$

$$\text{Cantidad de cemento por bolsas} = 378.43 / 42.5 = 8.9 \text{ bolsas/m}^3$$

8° Cálculo del volumen absoluto de la pasta

Cemento: $378.43 / 3150 = 0.120 \text{ m}^3$

Agua: $19 / 1000 = 0.019 \text{ m}^3$

Aire: $1.5 / 100 = 0.015 \text{ m}^3$

Volumen de la pasta: 0.328 m^3

9° Cálculo del volumen del agregado Global.

$$V_{\text{agregado Global}} = 1 - 0.328 = 0.672 \text{ m}^3$$

10° Determinación del valor de m (TMN=1” y FC=8.9)

Interpolando:

8 ----- 5.41
 8.9 ----- X
 9 ----- 5.49

$$X = 5.482 \text{ m} = 5.482$$

11° Determinación del % de incidencia del AF, con respecto al agregado global.

$$rf = (mg - m) / (mg - mf)$$

$$rf = (7.78 - 5.842) / (7.78 - 2.79) \times 100 \quad rf = 0.46 = 46.05\%$$

12° Determinación del % de incidencia del AG, con respecto al agregado global.

$$rg = 100 - 46.05 = 53.95 \quad \% \quad rg = 53.95$$

13° Cálculo del volumen absoluto del AF y AG.

$$V_{abs} \text{ Af} = (0.672) (46.05\%) = 0.309 \text{ m}^3$$

$$V_{abs} \text{ Ag} = (0.672) (53.95\%) = 0.363 \text{ m}^3$$

14° Cálculo del peso seco de los agregados.

$$\text{Peso seco Af} = 0.309 \times 2500 = 772.50 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso seco Ag} = 0.363 \times 2530 = 918.39 \text{ Kg/m}^3$$

13° Determinación de los valores de diseño en laboratorio

$$\text{Cemento} \quad : \quad 378.43 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} \quad : \quad 772.50 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} \quad : \quad 918.39 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Mezcla} \quad : \quad 193 \text{ lts/m}^3$$

$$\text{Contenido de Aire Atrapado:} \quad 1.5 \%$$

14° Realizamos la corrección por humedad de los agregados:

- **Cálculo de los pesos húmedos**

$$\text{Peso húmedo Af} = 772.5 \times (1 + 4.53/100) = 807.49 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Ag} = 918.39 \times (1 + 1.03/100) = 927.85 \text{ kg}$$

- **Cálculo de la humedad superficial:**

$$A_f = (4.53 - 6.38) \% = -1.85\%$$

$$A_g = (1.03 - 1.09) \% = -0.06\%$$

- **Aporte de agua por humedad superficial del agregado:**

$$A_f = 772.5 \times (-0.0185) = -14.29125 \text{ lts}$$

$$A_g = 918.39 \times (-0.0006) = -0.551034 \text{ lts}$$

$$\text{Aporte por humedad} = -14.842284 \text{ lts}$$

- **Volumen de agua efectiva:**

$$\forall \text{Agua efectiva} = \forall \text{Agua de mezcla} - \text{Aporte por humedad}$$

$$= 193 - (-14.842284) = 207.84 \text{ lts.}$$

15° Determinación de los valores de diseño al pie de obra:

$$\text{Cemento} : 378.43 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino} : 807.49 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} : 927.85 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de Mezcla} : 207.84 \text{ lts/m}^3$$

16° Finalmente realizamos el proporciónamiento al pie de obra:

$$1: 2.1: 2.5 / 23.35 \text{ lts/bolsa}$$

17° Calculamos las proporciones de cada material para realizar 2 probetas.

$$\text{Volumen de probeta: } ((\pi D^2) / 4 * h) = (\pi * 0.15^2) / 4 * 0.3 = 0.0053 \text{ m}^3$$

$$\text{Factor} = 2 * \text{volumen de probeta} = 0.0106$$

$$\text{Cemento: } 378.43 * 0.0106 = 4.01 \text{ kg.}$$

$$\text{Agregado Fino: } 807.49 * 0.0106 = 8.56 \text{ kg.}$$

$$\text{Agregado Grueso: } 927.85 * 0.0106 = 9.84 \text{ kg.}$$

Agua efectiva: $207.84 \times 0.0106 = 2.20$ Lts.

C. Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto

1° Consistencia

Medimos el SLUMP utilizando el cono de Abrams

Tabla 7

Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto

			OBERVACION
PROBETA	cm	Pulg.	consistencia
N° 01	6.8	2.7	C.Seca

Conclusión

La consistencia plástica que se esperaba o asumió tenía valores que oscilaban entre 3 y 4 In. Sin embargo, como se puede ver en la tabla adjunta, el valor Slump que se obtuvo, no corresponde a la consistencia plástica.

Forma

El resultado del mezclado fue una apariencia SOBREGRAVOSA, como el método WALKER.

Peso unitario del concreto fresco

Tabla 8

Peso unitario del concreto fresco

PROPIEDAD	PROBETA N° 01
W molde (kg)	11.185
W molde + C° (kg)	24.790
Volumen(molde)(m3)	0.0053
P.U.de C° (kg/m3)	2566

D. Determinar las características en estado endurecido del concreto.

Resistencia

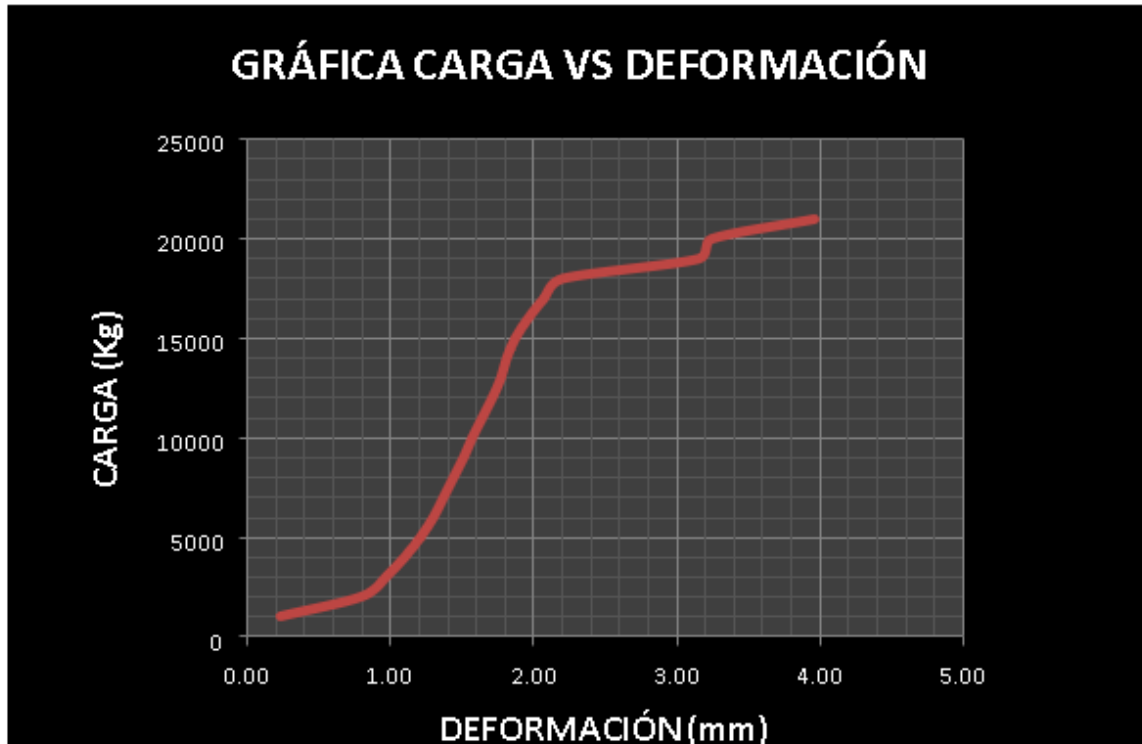
Tabla 9

Determinación de las propiedades en estado endurecido del concreto.

CARGA(Kg)	DEFORMACION (mm)	ESFUERZO (Kg/cm	DEFORMACION UNITARIA)
1000	0.23	5.65884	0.00153
2000	0.80	11.31768	0.00533
3000	0.97	16.97653	0.00647
4000	1.10	22.63537	0.00733
5000	1.21	28.29421	0.00807
6000	1.30	33.95305	0.00867
7000	1.37	39.61189	0.00913
8000	1.44	45.27074	0.00960
9000	1.51	50.92958	0.01007
10000	1.57	56.58842	0.01047
11000	1.64	62.24726	0.01093
12000	1.71	67.90610	0.01140
13000	1.77	73.56495	0.01180
14000	1.81	79.22379	0.01207
15000	1.87	84.88263	0.01247
16000	1.96	90.54147	0.01307
17000	2.07	96.20031	0.01380
18000	2.20	101.85916	0.01467
19000	3.15	107.51800	0.02100
20000	3.24	113.17684	0.02160
21000	3.96	118.83568	0.02640

Figura 24

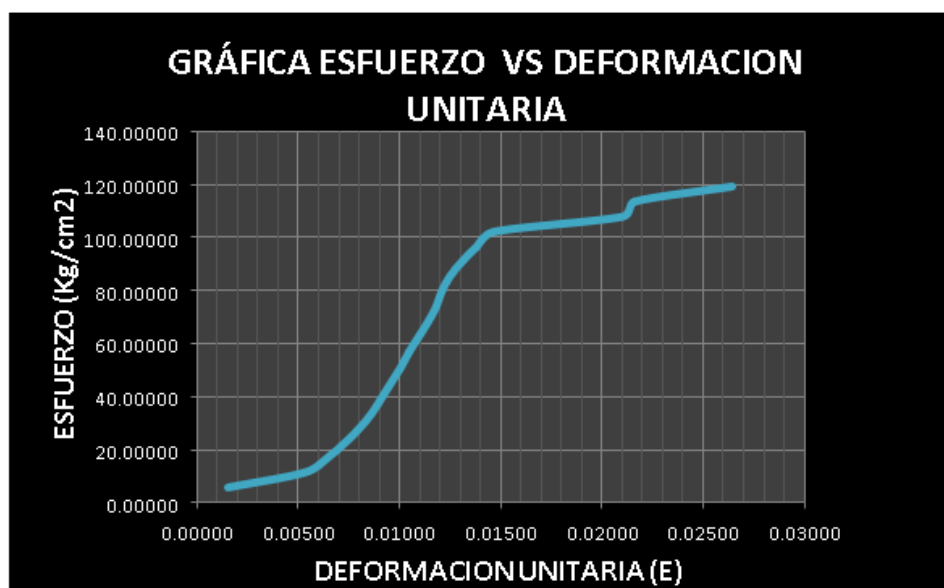
Grafica carga Vs. deformación



Nota: Elaboración propia

Figura 25

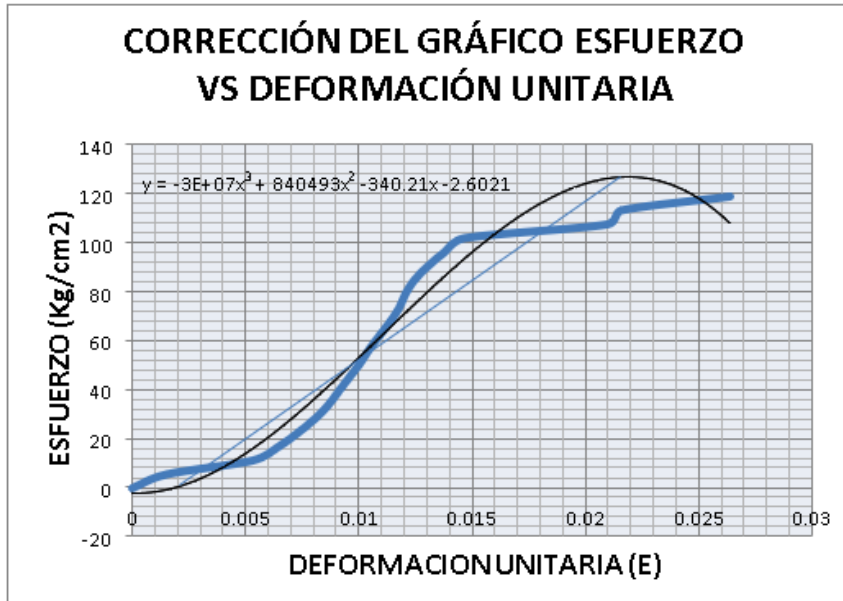
Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria



Nota: Elaboración propia

Figura 26

Corrección de grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria-Método módulo de finura.



Nota: Elaboración propia

Cálculos y resultados:

La primera falla se dio a una carga de 18 tn y la segunda falla se dio a las 19 tn. El tiempo total de duración del ensayo a compresión fue de 4 minutos 05 segundos.

Esfuerzo máximo alcanzado a los 7 días de curado: 118.84 kg/ cm² . Para verificar si llegamos al porcentaje de resistencia requerido para los 7 días, hacemos:

$$7 \text{ días} \dots\dots\dots 70\%f^c = 210 \text{ kg/ cm}^2$$

$$7 \text{ días} \dots\dots\dots x \%f^c = 118.84 \text{ kg/ cm}^2$$

$$X = 39.61\% f^c$$

Por lo tanto, se llegó solo al 39.61% de la resistencia especificada.

Módulo de elasticidad

➤ **Por el método teórico**

$$= 15000\sqrt{f'c \ 7 \text{ días}} \qquad = 15000\sqrt{f'c \ 7 \text{ días}}$$

$$= 1500\sqrt{210} \qquad = 1500\sqrt{118.84}$$

$$= 217370.6512 \text{ Kg/ cm}^2 \qquad = 163520.6409\text{Kg/ cm}^2$$

➤ **Por el método práctico**

$$E = \tan\sigma = \frac{129}{0.0215-0.002}$$

$$E = \tan\sigma = 6615.3846$$

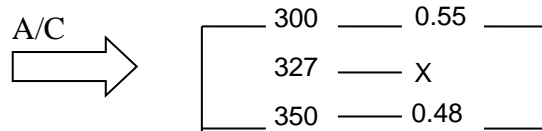
Método DIN 1045

A. Elaboración del diseño de mezcla

- 1) Determinación de la resistencia promedio (f'_{cr}), en función de la Resistencia a Compresión especificada ($f'c$), $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.
 $D_s = 20$
 $f'_{cr} = 300 + 1.34(20) = 327 \text{ kg/cm}^2$ $f'_{cr} = 300 + 2.33(20) - 35 = 312 \text{ kg/cm}^2$ Tomamos como valor f'_{cr} al valor mayor obtenido.
- 2) Seleccionando el asentamiento:
 - Slump = 3 a 4 " (Consistencia Plástica).
- 3) Tamaño máximo Nominal del Agregado grueso:
 - Concreto de alta resistencia = $\frac{3}{4}$ "
- 4) Determinando el contenido de agua de mezcla. Para ello entramos a la tabla II con el slump (3 a 4 ") y el tamaño nominal máximo del agregado ($\frac{3}{4}$ "), considerando además al Concreto sin aire incorporado.
 - Volúmen de Agua de mezclado = 205 lt/m^3
- 5) Volúmen aire total atrapado:
 - V. aire atrap. = 2%

- 6) Determinando la relación Agua – Cemento. Teniendo en cuenta la ubicación y la economía de la construcción; Se emplea una relación Agua-Cemento por resistencia a la compresión del concreto. Pero teniendo en cuenta que se requiere un concreto de alta resistencia.

INTERPOLANDO:



→ A/C = X = 0.5122

- 7) Determinamos el F.C (Factor Cemento):

$$V.\text{agua mezcla}/F.C = 0.5122 \quad \begin{matrix} \rightarrow 205/F.C = 0.5122 \\ \rightarrow F.C = 400.23 \text{ Kg} \\ \rightarrow F.C = 9.42 \text{ bolsas} \end{matrix}$$

- 8) Se obtiene el volumen absoluto de la pasta: Este método es el más exacto, pues para ello nos ayudamos de los volúmenes parciales y totales de cada uno de los ingredientes para el Concreto.

$$\text{Volumen absoluto del cemento} = 400.23/3150 = 0.127 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto del agua} = 205/1000 = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto aire atrapado} = 2/100 = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.352 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen absoluto de agregados} = 1 - 0.352 = 0.648 \text{ m}^3$$

- 9) Según granulometría de agregados se obtiene el módulo de Conjunto óptimo en nuestro caso ($m = 5.3$). El módulo de finura de los agregados dentro del concreto será igual al módulo de fineza de la combinación de agregados y, por lo tanto:

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

$$5.3 = r_f(2.79) * m_f + r_g(7.78)$$

10) Realizamos tanteos:

1° tanteo:

$$5.3 = (0.5) (2.79) + (0.5) (7.78)$$

$$5.3 = 5.28 \checkmark$$

2° tanteo:

$$5.3 = (0.49) (2.79) + (0.51) (7.78)$$

$$5.3 = 5.33$$

11) Determinamos el Vabs A.F y Vabs. A.G

$$A_{\text{agregado Fino}} = 0.5 * 0.648 = 0.324$$

$$A_{\text{agregado Grueso}} = 0.5 * 0.648 = 0.324$$

12) Calculamos el peso seco del A.F y A.G:

$$A.F \text{ pem}=2.6 \quad A.G \text{ pem}=2.5$$

- Peso seco Agregado Fino = $(0.324 * 2600) = 756.5 \text{ Kg.}$
- Peso seco Agregado Grueso = $(0.324 * 2500) = 892.3 \text{ Kg.}$

13) Valores de diseño en laboratorio:

- Cemento = 400.23 Kg
- Agregado Fino seco = 842.4 Kg
- Agregado Grueso seco = 810Kg
- Agua de mezcla = 205 lts/m³

14) Realizamos la corrección por humedad de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{➤ A.F:} & \left\{ \begin{array}{l} \text{C. W} = 0.8\% \\ \text{G.A} = 1.2\% \end{array} \right\} \\ \text{➤ A.G:} & \left\{ \begin{array}{l} \text{C. W} = 1.3\% \\ \text{G.A} = 0.6\% \end{array} \right\} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow P_{\text{húmedo A.F}} = 824.4 (1+0.008) = 849.14 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow P_{\text{húmedo A.G}} = 810 (1+0.0130) = 820.43 \text{ kg}$$

15) Calculamos la humedad superficial de los agregados:

$$\Rightarrow \text{A.F: } (C.W - G.A) = (0.80 - 1.20) = -0.40$$

$$\Rightarrow \text{A.G: } (C.W - G.A) = (1.30 - 0.60) = +0.70$$

16) Cálculo del aporte de agua superficial de los agregados:

$$\Rightarrow \text{A.F: } (842.4) (-0.004) = -3.37 \text{ lts.}$$

$$\Rightarrow \text{A.G: } (810) (+0.007) = +5.67 \text{ lts.}$$

+2.30 lts

17) Cálculo del agua efectiva:

Vagua efectiva = Vagua mezcla – Aporte de agua por humedad superf.

Vagua efectiva = 205 lts – 2.30 lts = 202.7 lts

18) Valores de diseño al pie de obra:

- Cemento = 400.23 Kg
- Agregado Fino húmedo = 849.14 Kg
- Agregado Grueso húmedo = 820.43 Kg
- Agua de mezcla = 202.70 lts/m³

19) Proporciona miento al pie de obra:

400.23/400.23 : 849.14/400.23 : 820.43/400.23 : 202.70/9.42

1 : 2.12 : 2.05 : 21.5 lts/bolsa

20) Cálculo Vmezcla de la prueba:

$$2 * V_{\text{molde}} = (3.1415 * (0.15)^2 / 4) (0.3) = (0.0106)$$

- Cemento = 400.23 (0.0106) = 4.24Kg
- Agregado Fino = 849.14 (0.0106) = 9.0Kg

- Agregado Grueso = $820.43 (0.0106) = 8.69\text{Kg}$
- Agua de mezcla = $202.70 (0.0106) = 2.14 \text{ lts.}$

B. Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto

Consistencia

Medimos el SLUMP utilizando el cono de Abrams

Tabla 10

Evaluación de las propiedades en estado fresco del concreto

SLUMP		OBERVACION	
PROBETA	cm	Pulg.	consistencia
N° 01	7.8	3	C. Plástica

Conclusión

La consistencia plástica del concreto con un slump entre 3 y 4 pulgadas, y se menciona que el valor obtenido cumple con el diseño establecido en la tabla.

Apariencia

La apariencia observada al momento de realizar el mezclado fue una apariencia normal, ni sobregravosa ni sobrearenosa.

Peso unitario del concreto fresco

Tabla 11

Peso unitario del concreto fresco

PROPIEDAD	PROBETA N° 01
W molde (kg)	11.185
W molde + C° (kg)	24.820
Volumen(molde)(m3)	0.0053
P.U.de C° (kg/m3)	2572

C. Evaluación de las propiedades del concreto en estado endurecido

Resistencia

Tabla 12

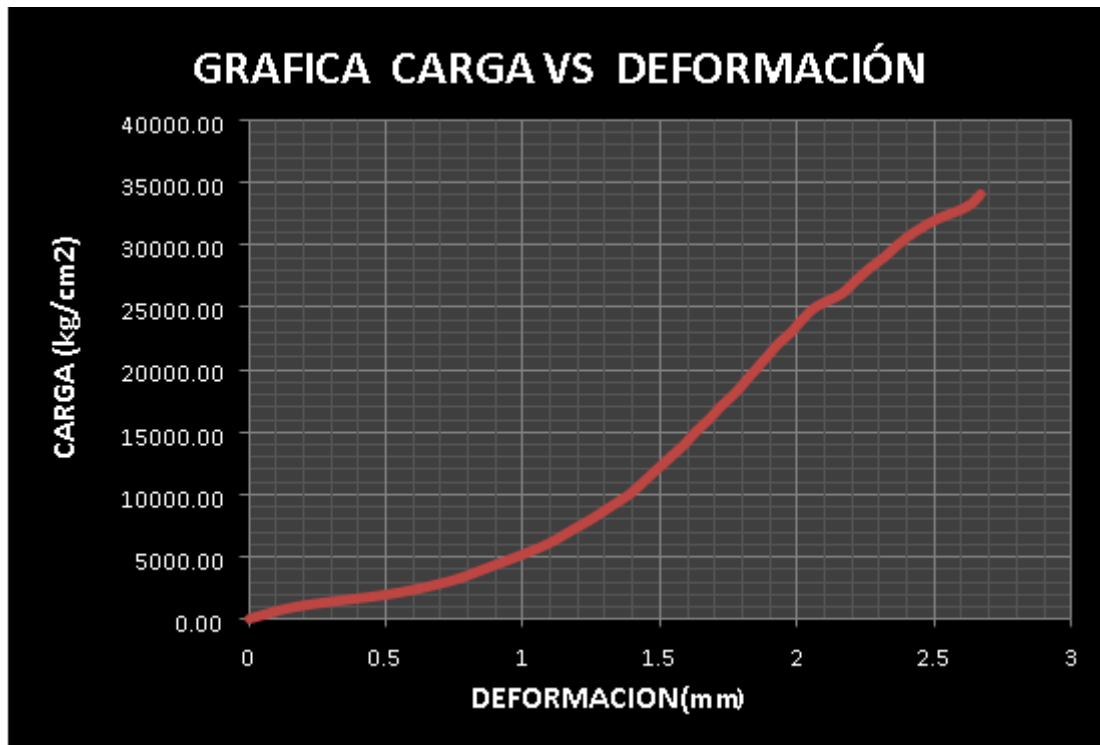
Evaluación de las propiedades del concreto en estado endurecido

Medida	Carga	Deformación	Esfuerzo	Deformación
	(Kg)	(mm)	(kg/m2)	unitaria
0	0	0.00	0.00	0.0000
1	1000	0.5	5.46	0.0017
2	2000	0.52	10.92	0.0017
3	3000	0.73	16.38	0.0024
4	4000	0.86	21.84	0.0028
5	5000	0.98	27.30	0.0032
6	6000	1.09	32.76	0.0036
7	7000	1.17	38.22	0.0039
8	8000	1.25	43.68	0.0041
9	9000	1.32	49.15	0.0044
10	10000	1.39	54.61	0.0046
11	11000	1.44	60.07	0.0048
12	12000	1.49	65.53	0.0049
13	13000	1.54	70.99	0.0051
14	14000	1.59	76.45	0.0053
15	15000	1.63	81.91	0.0054
16	16000	1.68	87.37	0.0056
17	17000	1.72	92.83	0.0057
18	18000	1.77	98.29	0.0059

19	19000	1.81	103.75	0.0060
20	20000	1.85	109.21	0.0061
21	21000	1.89	114.67	0.0063
22	22000	1.93	120.13	0.0064
23	23000	1.98	125.59	0.0066
24	24000	2.02	131.05	0.0067
25	25000	2.07	136.52	0.0069
26	26000	2.16	141.98	0.0072
27	27000	2.21	147.44	0.0073
28	28000	2.26	152.90	0.0075
29	29000	2.32	158.36	0.0077
30	30000	2.37	163.82	0.0078
31	31000	2.43	169.28	0.0080
32	32000	2.51	174.74	0.0083
33	33000	2.62	180.20	0.0087
34	34000	2.67	185.66	0.0088

Figura 27

Grafica carga Vs. deformación



Nota: Elaboración propia

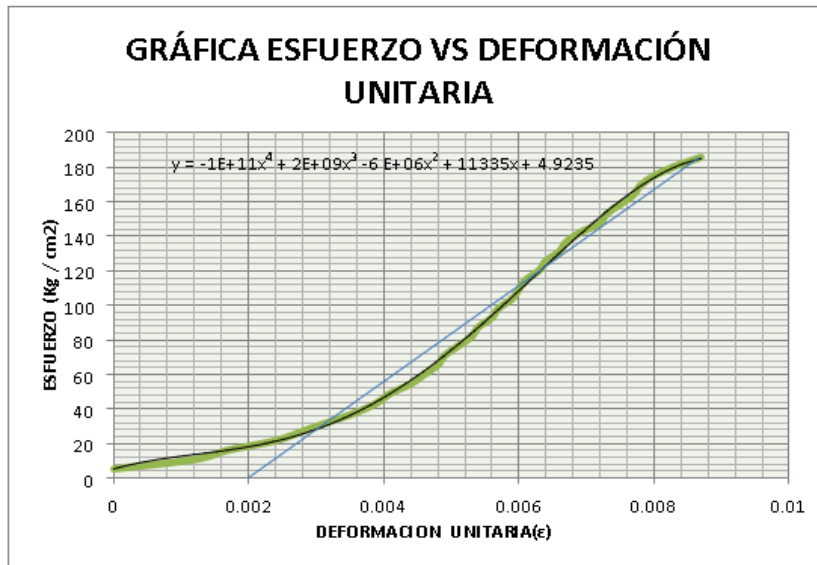
Figura 28

Grafica esfuerzo Vs. deformación unitaria



Nota: Elaboración propia

Figura 29
Gráfica esfuerzo Vs. deformación unitaria



Nota: Elaboración propia

Cálculos y resultados:

Esfuerzo máximo alcanzado a los 7 días de curado: 185.66kg/ cm² .

Para verificar si llegamos al porcentaje de resistencia requerido para los 7 días, hacemos:

7 días..... 70%*f*'*c* = 210 kg/ cm²

7 días..... x %*f*'*c* = 185.66 kg/ cm²

X = 62% *f*'*c*

Por lo tanto, se llegó solo al 62% de la resistencia especificada.

Módulo de elasticidad

➤ **Por el método teórico**

$$= 15000\sqrt{f'c \ 7días} = 15000\sqrt{f'c \ 7días}$$

$$= 1500\sqrt{210} = 1500\sqrt{185.66}$$

$$= 217370.6512 \text{ Kg/ cm}^2 = 204385.6649\text{Kg/ cm}^2$$

➤ **Por el método práctico**

$$E = \tan \sigma = \frac{185.66}{0.0088 - 0.002}$$

$$E = \tan \sigma = 27302.9412$$

Cuadro comparativo entre propiedades obtenidas del concreto según el método de diseño utilizado

Tabla 13

Cuadro comparativo entre propiedades obtenidas del concreto según el método de diseño utilizado

PROPIEDADES	METODO DE DISEÑO		
	WALKER	MF	DIN 1045
		COMBINACION DE AGREGADOS	
CONSISTENCIA DE DISEÑO	Plástica	Plástica	Plástica
CONSISTENCIA OBTENIDA	Plástica	Seca	Plástica
APARIENCIA	Sobregavosa	Sobregavosa	Normal
PESO UNITARIO C° (kg/m3)	2504	2566	2572
f'c 28 días (kg/cm2)	300	300	300
f'c 7 días (kg/cm2)	210	210	210
f'c 7 días obtenida (kg/cm2)	70.99	118.84	185.66
E 7 días (kg/cm2)	217370.65	217370.65	217370.65
E 7 días obtenida (kg/cm2)	126383.34	163520.64	204385.66

2.2 Definición de términos básicos:

2.3 Conceptos básicos:

1) Comportamiento Mecánico:

El comportamiento mecánico de los materiales se refiere a su reacción ante esfuerzos externos como compresión, tracción y flexión. Esto incluye la aparición de tensiones internas que pueden provocar deformaciones elásticas y plásticas, hasta llegar a la rotura. (ResearchGate, 2024).

2) Concreto de Alta Resistencia

Según el ACI, un concreto de alta resistencia tiene una resistencia a la compresión de al menos 420 kg/cm². Las NTC del RCDF 2004 establecen que debe superar los 400 kg/cm². Este tipo de concreto se ha utilizado desde hace más de 50 años, comenzando con el edificio Lake Point Tower en 1968, que tenía una resistencia de 520 kg/cm². Su uso extensivo ha llevado a centros de investigación a estudiar su diseño y propiedades en profundidad. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2024)

3) Aditivo Superplastificante

Los superplastificantes son aditivos de categoría superior. Es posible aumentar las dosificaciones hasta en cinco veces sin afectar significativamente el tiempo de fraguado ni el mezclas con altas resistencias con un porcentaje de cemento equilibrado, evitando la contracción y fisura miento de mezclas con un exceso de cemento. Las mezclas fluidas también se pueden utilizar de manera inmediata para bombear el concreto, colocar concreto tipo tremie y en elementos esbeltos y/o densamente armados, ya que su alto rendimiento compensa los costos. (Silva, 2024)

4) Sikament-290N

Sikament® 290N es un aditivo polifuncional para concretos que actúa como plastificante o superplastificante según la dosificación. Es especialmente útil en plantas de concreto, ya que permite obtener diferentes efectos con una sola sustancia. Además, es libre de cloruros, no es tóxico ni inflamable, y no causa corrosión en las armaduras.

5) EcoplasT- WG 9500

Ecoplast WG9500 es un aditivo en estado líquido superplastificante de alto rango que reduce el agua y mantiene la ruptura. Está diseñado para concretos y morteros con altas exigencias. En premezclado tiene buen rango de aplicación el cual permite diseñar variedades de diseños, cumpliendo con las especificaciones del proyecto, compatible con los cementos nacionales y condiciones climáticas costa, sierra y selva. (ECOANDINA , 2024).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

3.1 Trabajos realizados en la empresa

El autor de este trabajo se desempeña como Supervisor de campo Senior (desde 21 de agosto de 2023 hasta la actualidad). Este cargo me permite estar en las 5 fases del proyecto, Inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y seguimiento hasta el cierre del proyecto, siendo nuestro involucramiento principal en las 4 fases del proyecto dando el soporte necesario para el desarrollo del proyecto siendo mis principales funciones de:

- Brindar soporte operativo y técnico en la supervisión de las actividades realizadas en campo, con el fin de asegurar la calidad y seguridad en el desarrollo del proyecto.
- Lidere y administre, brindando asistencia técnica y dirección del proyecto, complementado con la experiencia dando un buen soporte oportuno en cada uno de los procesos de implementación del proyecto.
- Estableciendo un sólido programa de comunicación con las partes interesadas, particularmente cuando los proyectos están relacionados con generar un cambio cultural o tecnológico en la organización.
- Trato positivo con el cliente y proveedores para crear una relación beneficiosa para todos.
- Administré y supervisé los proyectos con distintos equipos multidisciplinarios logrando una relación positiva.
- Promoción de prácticas de gestión de programas que integran pequeños proyectos como componentes del programa para mejorar la entrega de beneficios para el negocio.

- Planificación de recursos dirigidos de acuerdo con los requisitos de CM para el equipo del propietario como supervisión
- Recursos planificados de acuerdo con los requerimientos de los proyectos y programas.
- Revisión de presupuestos y valorizaciones.
- Recursos planificados de acuerdo con los requerimientos de los proyectos y programas.

3.1 Descripción de la obra

Compañía de Minas Buenaventura SAA (en adelante Buenaventura) desarrollo un trade-off para el diseño del sistema de bombeo principal del proyecto Yumpag; Buenaventura selecciona la alternativa 1, la cual consiste en el diseño de una estación de bombeo en el nivel 4,180 que recolectará el agua proveniente de los niveles inferiores; desde esta estación se bombeará el agua hacia la planta de tratamiento (PETARI) ubicada en interior mina. El recorrido de la línea de impulsión será a través de a chimenea (CH-249).

Por tal motivo, Buenaventura ha contratado los servicios de ICEMIN SA (en adelante ICEMIN) para la ejecución de la “Ingeniería para básica y detalle del sistema de bombeo Yumpag”. La zona de estudio está ubicada en el distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión y departamento de Pasco, a una altura de 4500.00 msnm.

Disciplina Mina - Excavaciones

El sistema integral de bombeo del Nivel 4202.5, cuenta con un sistema de sedimentación que inicia con el ingreso de agua de mina en el bypass principal del nivel 4219.289, luego con un juego de compuertas metálicas se deriva el agua hacia los desarenadores, en esta estación se realiza la dosificación de soda caustica y a la salida de los desarenadores se dosificará floculante mediante una planta automatizada. El proceso

continúa con el ingreso a los deslambreadores, a la salida de este sistema se realizará la dosificación de QP 7000 mediante neutralizante, finalmente el agua se almacenará en un sifón de capacidad 308.5 m³.

Disciplina Mecánica.

La estación de bombeo se encuentra en el nivel 4202.5 msnm y contará con 3 bombas centrífugas (100-PU-001@003) de 750hp, (2 operación + 1 stand by) que impulsarán 120 l/s cada una hasta la cámara rompe presión mediante una línea de 14” de acero al carbono.

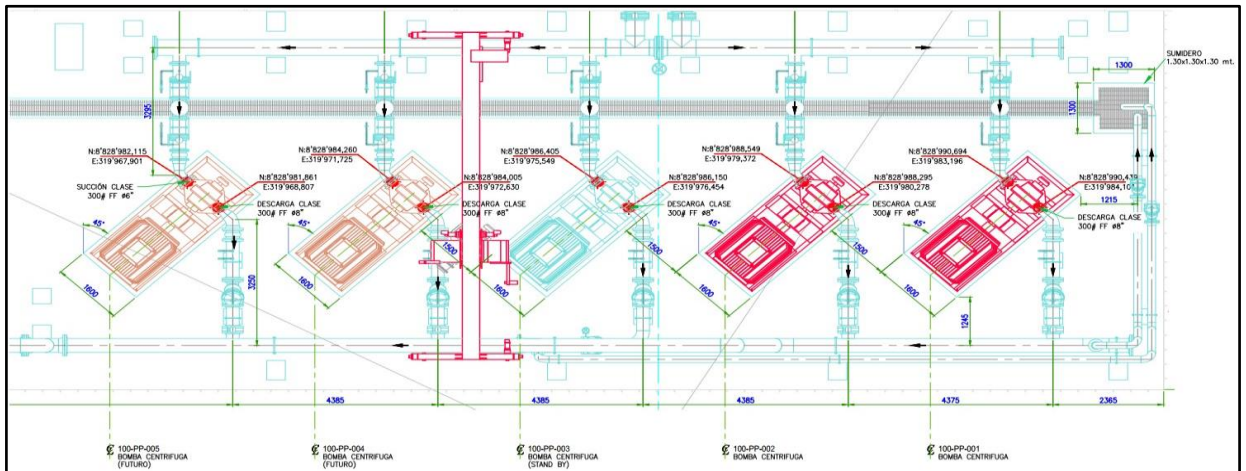
A futuro se instalarán dos bombas más que impulsarán en total 240 l/t a través de otra línea paralela de 14” hacia la cámara rompe presión.

La estación de bombas ubicada en la cámara 960 contará con un puente grúa para el izaje de equipos durante la etapa de instalación y operación (mantenimiento y/o reparación), también contará con canaletas en el piso que captarán los derrames y lo dirigirán hacia fuera de la cámara, estas canaletas estarán cubiertas con grating para tránsito libre de personal.

A continuación, se visualiza la planta y elevación de la cámara del bombeo ubicada en la cámara 960 de interior mina los cuales también se muestran en los planos mecánicos 223800-1500-DWG-03-ME-001 y 002

Figura 30

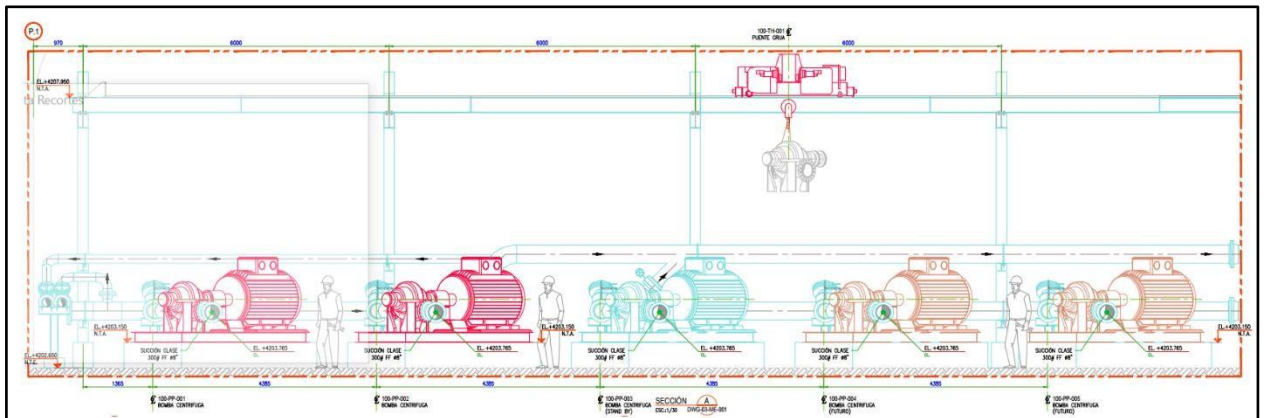
Vista planta de la estación de bombas – equipos mecánicos



Nota: Elaboración propia

Figura 31

Vista de elevación de la estación de bombas



Nota: Elaboración propia

Disciplina Tuberías

Interior mina:

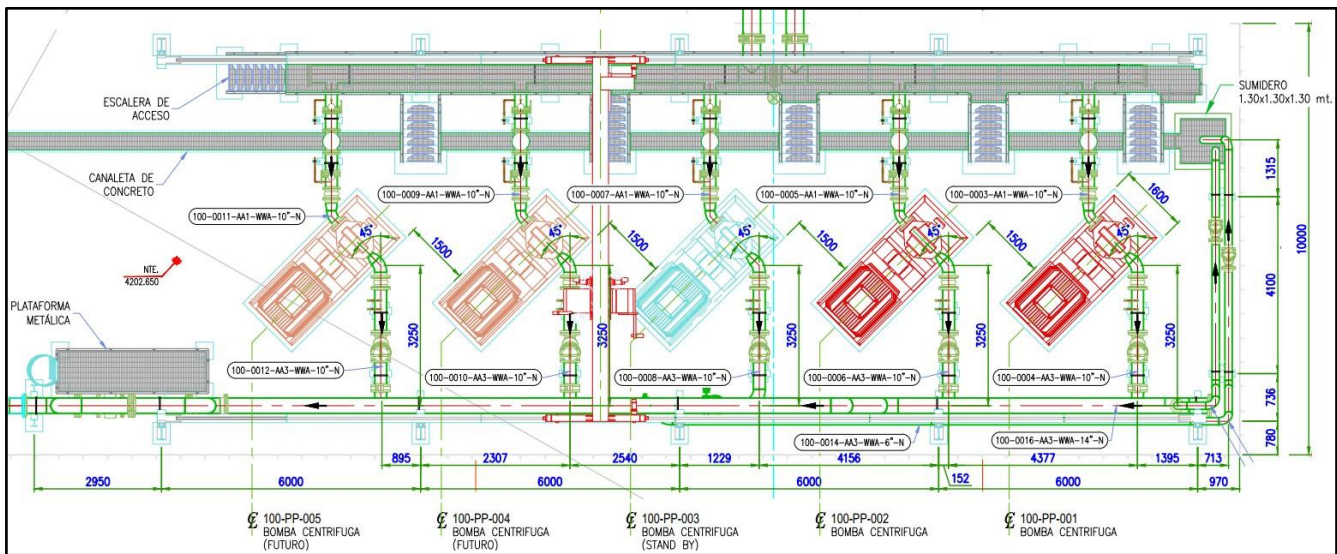
La estación de bombas contará con dos manifolds de succión de acero al carbono de 20” y conexión a las bombas con línea de 14” los cuales alimentaran a 3 bombas el primer manifold y el segundo manifold a 2 bombas, la alimentación a cada bomba se da mediante

tuberías de acero de 14” las cuales tienen válvulas de corte clase 150#, filtros canastilla, juntas flexibles y reducciones concéntricas.

La descarga o línea de impulsión está constituida por dos manifolds de 14”, el primero recibe 3 tuberías de 10” de acero al carbono las cuales están constituidas por tubería de acero al carbono de 10”, juntas flexibles, válvulas de control de bomba clase 300#, válvulas de corte clase 300#, válvula modular clase 300#, kit de manómetro de presión, reducciones concéntricas, spool de 1”, el segundo manifold recibe también 3 tuberías de acero de 10” (la bomba 100-PU-003 es stand by para ambos manifolds), los manifolds de descarga también contarán con válvulas anticipadoras de onda clase 300# y medidores de flujo de 14” con válvulas de corte clase #300 para el by pass .

Figura 32

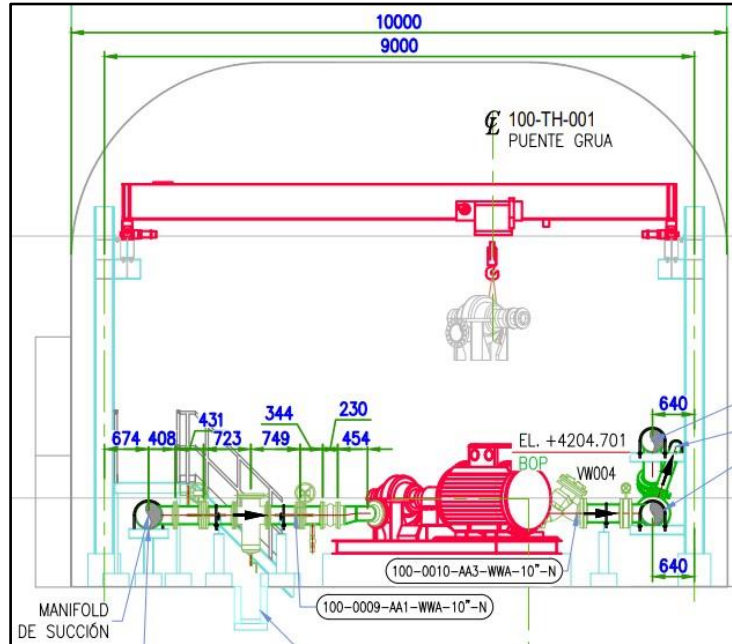
Vista planta de la estación de bombas – equipos y tuberías



Nota: Elaboración propia.

Figura 33

Vista elevación estación de bombas donde se visualizan los manifolds de succión y descarga.

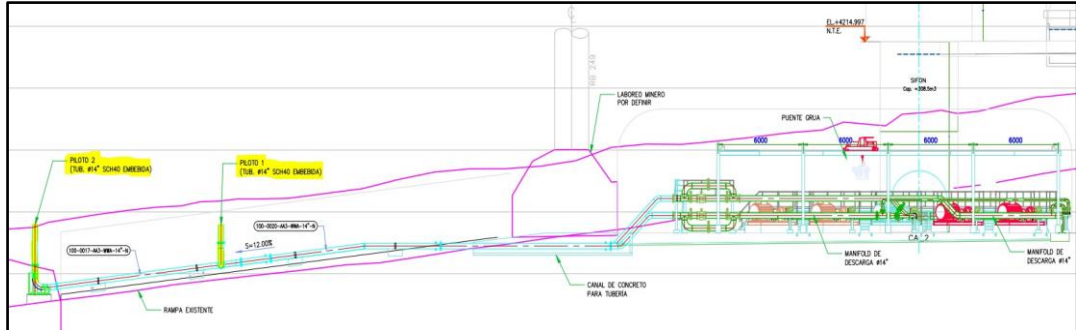


Nota: Elaboración propia.

Las líneas de descarga al salir de la estación de bombas recorren horizontalmente aproximadamente 30- 40.0m para luego empalmarse con los pilotos 1 y 2 en los cuales la tubería se embebe y recorrer horizontalmente 302.5m hasta salir en superficie y descargar en la caja de recepción 1, a lo largo de la subida las tuberías se van a soldar a tope, la cual no contarán con uniones bridadas, debido a que es una instalación de tubería a pique.

Figura 34

Vista elevación estación de bombas donde se visualizan los manifolds de succión y descarga.



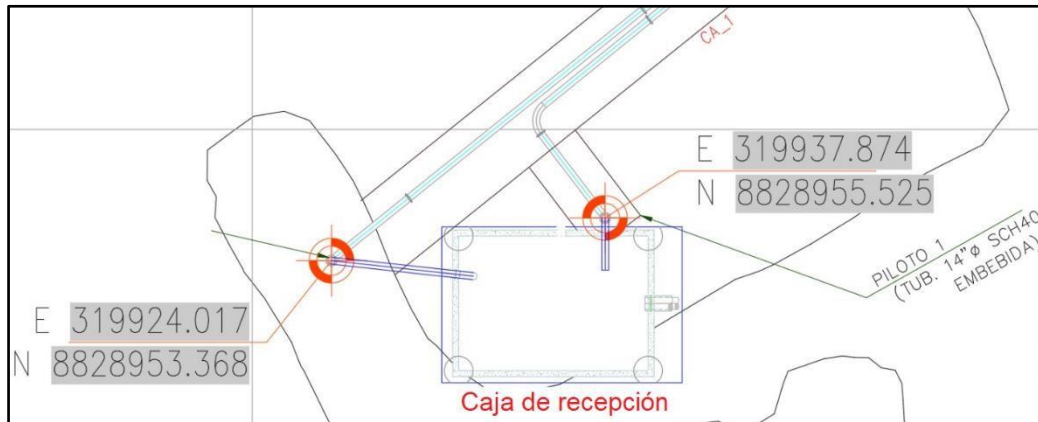
Nota: Elaboración propia.

Superficie:

Las aguas de mina serán bombeadas desde la estación de bombeo nivel.4,202.5m hasta una caja de recepción 1, ubicada en superficie, plataforma de pilotos en el nivel. 4,505.0 las dos tuberías de descarga de 14” se instarán dentro de pilotos y se embeberá la tubería para quedar confinada en la roca: además a ello se instalar un soporte metálico con losa armada para evitar su desplazamiento vertical, las coordenadas de salida de la tubería en superficie son las siguientes piloto N°1 E 319937.874 y N 8828955.525, piloto N°2 E 319924.017 y N 8828953.368, ver figura 32.

Figura 35

Vista de salida de tuberías a superficie y descarga caja de recepción

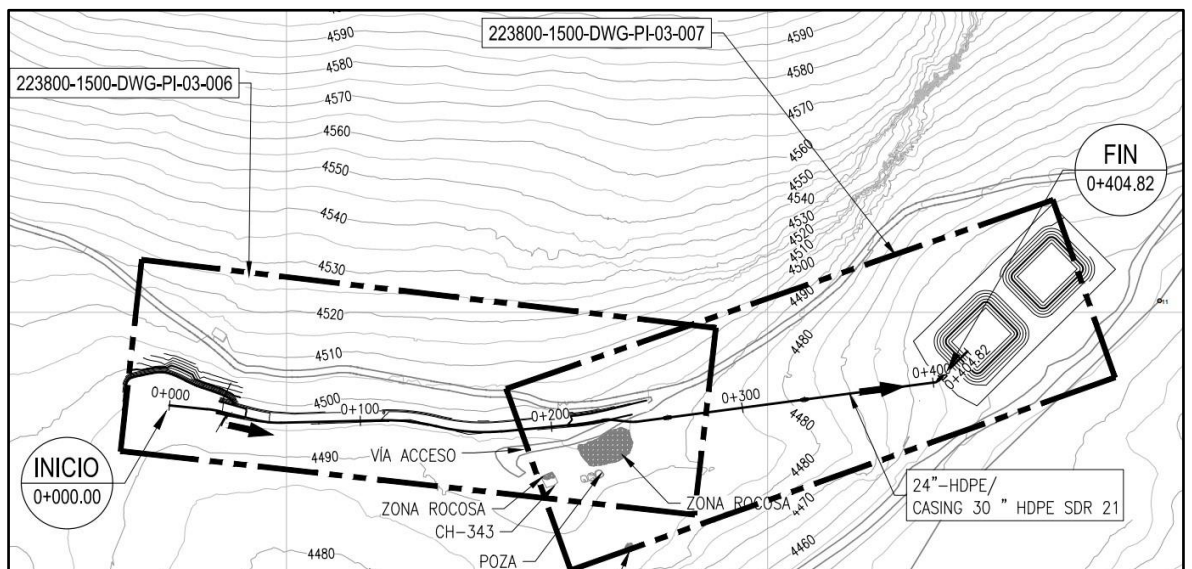


Nota: Elaboración propia.

La descarga de la caja de recepción se realizará mediante una línea de HDPE de 24” SDR 32.5 la cual tendrá una longitud de 404.82 m y se instalará sobre la superficie, en los cruces 1 y 2 estarán dentro de un casing de tubería HDPE de 30” SDR 41 ver planos 223800-1500-DWG-PI-03-006 y 007.

Figura 36

Vista de planta del recorrido de la línea en superficie



Nota: Fuente de expediente.

Disciplina Civil Estructural.

Desarenadores y Deslamadores

El proyecto incluye un canal de concreto armado que conecta con la cuneta de captación RP en el nivel 4219.29, este canal lleva el agua hacia 2 desarenadores de 94.5 m³ cada uno, los cuales tienen muros de concreto armado de 20 cm exterior y 30 cm interior. Los sedimentos se depositan en la parte inferior y el agua pasa por rebose a una canal de desfogue el cual se conecta con el canal principal.

El canal principal conecta cuatro deslamadores de 199.5 m³ de capacidad con muros de concreto armado donde los sedimentos más finos se depositan en la parte inferior de las pozas y por rebose el agua sale hacia el canal de descarga donde se aplica neutralizante que llega hacia el sifón de agua.

Sifón de agua y estación de bombas

El canal colector principal de los deslamadores descarga el agua al sifón de concreto armado de capacidad de 308.5 m³, en la cual se instalarán dispositivos como sensor de nivel, pH metro cuya función será no dejar pasar el agua cuando su valor está por encima de 7, su función principal es el almacenamiento de agua tratada que pasan por las cámaras de los deslamadores, sus paredes están junto a las paredes de roca de la excavación, compuesta en su base por una losa y paredes de concreto armado de 30 cm, en la base superior estará cerrado con una losa de concreto y estructura metálica con viga monorriel para ascenso y descenso de bombas, para su limpieza cuenta con dos tuberías de descarga de 6” y una escalera vertical para el acceso de personal, la parte superior estará cubierta con Grating y malla cuadrada en la baranda del perímetro de la boca de instalación de bombas.

La estación de bombeo o cámara de bombas se encuentra en el nivel 4202.5 msnm, esta cámara de bombeo tiene una losa de concreto que soporta pedestales de concreto para estructuras de soporte del puente grúa y bases de bombas de 750 hp, soporte de tuberías, y soporte de las plataformas de mantenimiento y acceso.

A la salida de la estación de bombas se tiene un canal de concreto con tapas de concreto armado para el cruce de tuberías; además cuenta con bloques de concreto que soportan dos tuberías de 14” que llegan suben a la superficie.

La tubería estará soportada con vigas en forma de trípode con ángulos 120 ° en sus lados.

Soportes de tuberías y obras civiles en superficie

En la parte superficial se cuenta con estructura metálica compuesta por vigas metálicas en forma de cruz con bloque de concreto, en su recorrido a la caja de recepción estarán soportadas con estructuras metálicas ancladas a bloque de concreto, la entrada a la caja de recepción está compuesta por codos de 45°-60°.

Estructuras de Acero

Se cuenta con pasarelas a todo lo largo de los deslamadores con escaleras de acceso en ambos lados que servirá para la inspección del personal a encargado anclados al muro interior de 30 cm cada 4.5 m.

En la cámara de bombas se cuenta con 2 pórticos arriostrados que soportan el puente grúa y a su vez estas estructuras soportan las tuberías de succión y descarga y forman junto con las plataformas de acceso una estructura integral.

Finalmente se cuenta con soportaría para la tubería independiente de acuerdo con el trazo de la tubería de 14”.

Disciplina Electricidad

La alimentación eléctrica para el proyecto inicia en la SE Principal mina 330-ER001, en donde se ubica el punto de alimentación en 10 kV al proyecto. En esta subestación también se ubican los transformadores 0100-XTR-001 (4 MVA, 10/4.16 kV) y 0100-XFP-002 (400 kVA, 4.16/0.48 kV) que alimentan la sala de control 330ER-002 o SE-Bombas, en donde se ubican los equipos para el arranque de las bombas; además se cuenta con una cámara CCMM que alimenta las cargas de baja tensión y media tensión, donde ubican los equipos de control, comunicación y arranque (Soft starters) para todas las bombas.

La alimentación hacia los tableros de arranque de los motores de las bombas (Soft Starters) se realiza mediante bandejas porta cables en 3 nivel, esto con el fin de garantizar el aislamiento al momento de realizar la acometida de cables hacia los equipos de media tensión.

En la sala de control se ubica el MCC 0100-MCL-002, que es el que alimenta al puente grúa, servicios auxiliares de la sala y también al CCM 0100-MCL-003 que se ubica en la zona de tratamiento de aguas, alimenta también los tableros de soda caustica 0110-DPD-001 y de inyección de reactivos 0130-DPD-001.

En el caso de la línea de luces de emergencia, no se ha considerado en esta etapa.

En la lista de planos se detalla la canalización, recorrido de los conductores de medio y baja voltaje; sistema a tierra y planos de alumbrado.

Disciplina Instrumentación

En cuanto a instrumentación y Control, la ingeniería planteada para el presente proyecto ha contemplado atender todos los dispositivos de control y comunicación para la automatización de la misma, permitiendo brindar las facilidades necesarias para la

supervisión y control automático teniendo la opción de la operación manual del sistema de bombeo.

Se ha instalado la tecnología necesaria para realizar los controles que se enumeran a continuación:

Inspección del Agua

Para el Para la inspección, seguimiento y registro de calidad se ha previsto instalar en la Poza de bombeo de agua clara, un sensor/Transmisor Analizador de pH (AIT-029). Esta información también podrá ser usada para realizar el control de esta variable de pH en la fase de automatización.

Control de Nivel:

El control de nivel en los tanques de agua limpia (100-LIC-001), permitirá a su vez controlar al sistema de bombeo programando los niveles de bombeo Mínimo medio y máximo, tanto para el arranque de las bombas (100-PU001@003), como en el apagado automático de dichas bombas, respectivamente. Se establecerán 04 estados principales que permitirán controlar algunos eventos (LALL, LAL, LAH y LAHH), como el arranque y parada de las bombas.

Control de Baja Presión:

Para el control de bajas presiones en la línea de succión de cada uno de los sistemas de bombeo, se ha previsto colocar switch de baja presión (PSL004/008/012/016/020), los cuales protegerán a las bombas de un posible evento de cavitación que afecten a sistema de bombeo. Se puede indicar que se conforma una doble protección para las bombas juntamente con el sensor de nivel muy bajo (LAL-001).

Control de Sólidos:

Para el control de la acumulación de sólidos en el filtro, como protección de las bombas centrífugas, se han instalado los filtros de línea, los cuales filtrarán los sólidos de mayor tamaño que pudieran estar presentes en el agua a bombear.

Cada filtro de línea tendrá instalado un diferencial de presión (PDIT-005/009/013/017/021), entre la entrada y salida del filtro. Si la cantidad de sólidos acumulados crece en el filtro, el diferencial de presión crece (PDAH), por tanto, generará una señal de alarma y enclavamiento para detener el sistema de bombeo correspondiente.

Monitoreo de la presión en la línea de descarga de bombas:

La línea de descarga recibirá un control de presión instalado de cada sistema de bombeo, siendo el valor de alta presión, la variable al cual se evitará o controlará a través de Transmisores de Presión (PT-007/011/015/019/023) en caso exista un posible caso en los que se puede presentar las presiones altas, dentro de las condiciones normales de operatividad o atoro o reducción de diámetro por presencia acumulada de sólidos en las tuberías de descarga.

Así mismo una presión baja también alertará al Operador mientras el sistema de bombeo este operativo, pudiendo significar una fuga o posible rotura de tubería o similar.

Monitoreo del Flujo y del Flujo acumulado:

Para el monitoreo del Flujo y el acumulado del mismo, se ha previsto instalar un medidor de flujo en la salida común de los sistemas de bombeo (FIT-025 y FIT-026).

Señal de Alarma Audible y Sonora:

Para la advertencia de algún evento no deseado de la operación, como son las alarmas y enclavamientos generados por causa de nivel bajo en la poza de agua clara (LAL-001), baja presión en las líneas de Succión de bombas (PAL004/008/012/016/020), muy alto

diferencial de presión en los filtros (PDAH005/009/013/017/021), o alta presión en la línea de descarga de las bombas (PAH-007/011/015/019/023).

Sala de monitoreo o CCMM.

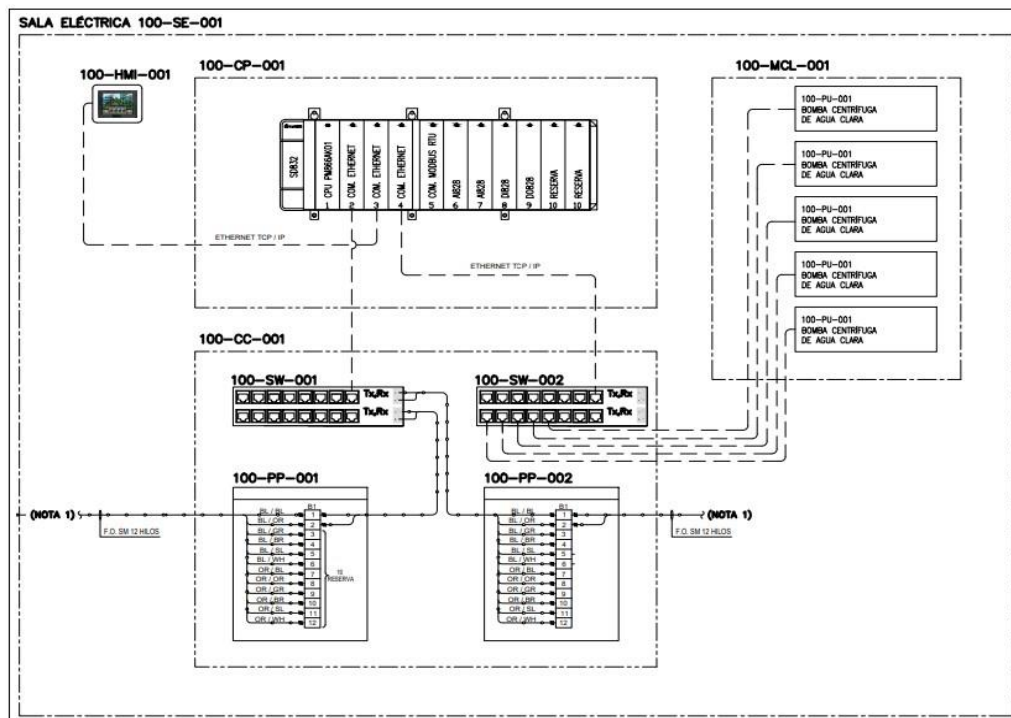
Para el monitoreo desde el CCMM, se ha considerado instalar un gabinete de control (100-CP-001), que contiene los componentes necesarios para una óptima operación e integración con otros sistemas de control externos.

Un PLC, dispuesto con Fuente de alimentación como es un banco de baterías provisto de su respectivo cargador, Procesador, Módulo de comunicación Ethernet , módulos de entradas y salidas Discretas, Módulos de entradas y salidas Analógicas 4 a 20 mA.

Así mismo se dispondrá de un gabinete de Comunicaciones (100-CC-001), el cual tendrá Switch de comunicación Ethernet (100-SW-001/002) y los Patch panels de fibra óptica (100-PP-001/002), para las comunicaciones externas a requerir enlazar

Figura 37

Diagrama arquitectura de control sistema de bombeo interior mina



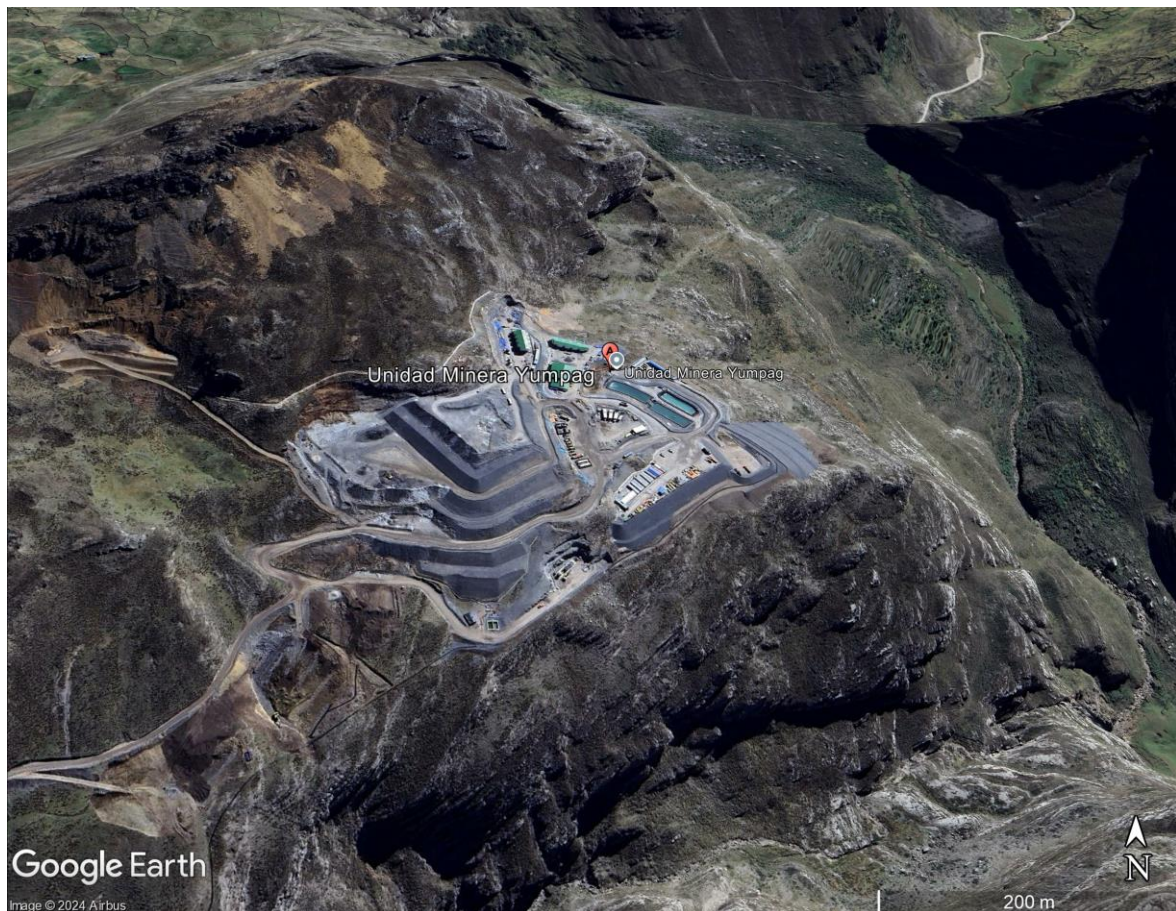
Nota: Fuente de expediente.

Para la supervisión y control local del sistema de bombeo, se ha considerado instalar una interfaz HMI (100-HMI-001), desde la cual el operador del sistema de bombeo podrá visualizar y controlar la operación del sistema de bombeo en referencia.

Finalmente, el sistema de control integrará en protocolo Ethernet a todos los arrancadores previstos para el sistema de bombeo de interior mina del nivel 4190.40., correspondientes a las 05 bombas: 100-PU-001/002/003/004/005, para realizar el control automático sobre las mismas

Figura 38

Ubicación de la unidad minera Yumpag



Nota. Extraído de Google Earth Pro

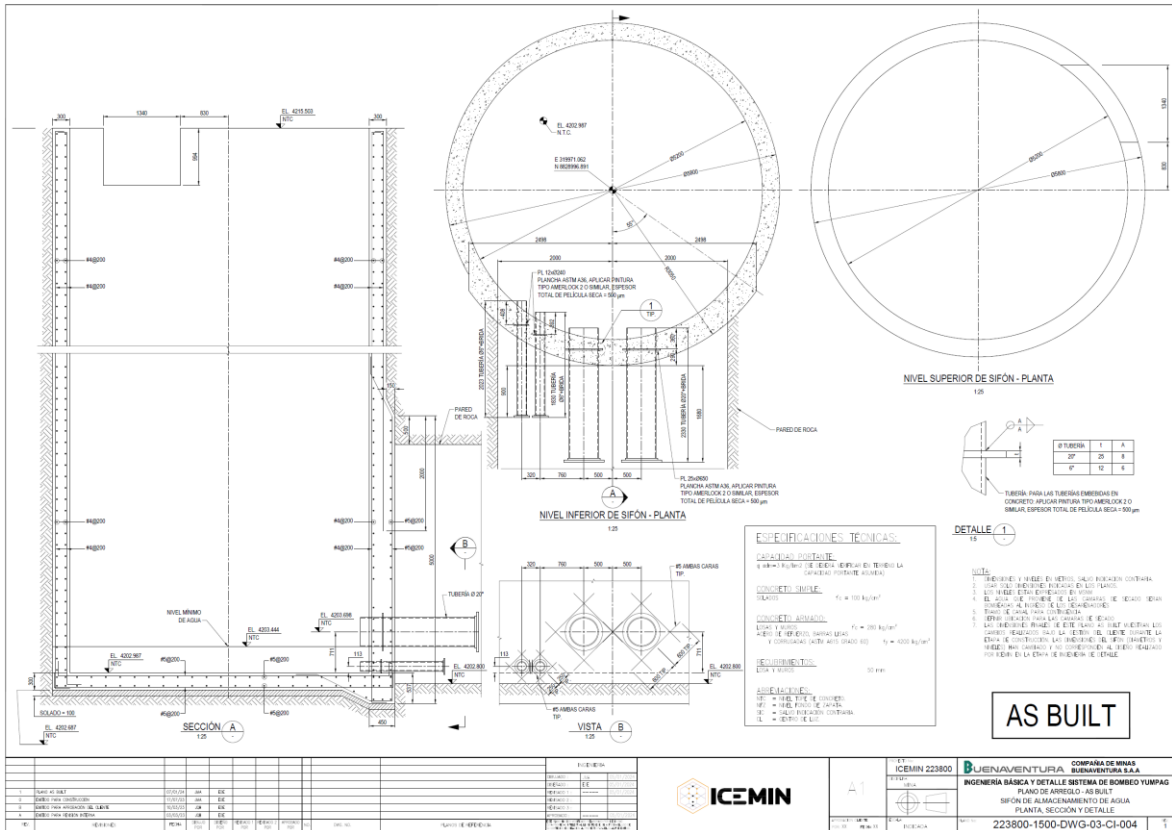
Figura 39

Ubicación PTARI interior mina unidad minera Yumpag



Nota. Extraído de Google Earth Pro

Figura 40
Plano de ingeniería de Sifón en planta, sección y detalles



Nota. Extraído de expediente

Figura 41

Proceso de armado de acero y encofrado de 1er. anillo de Sifón



Nota. Extraído de galería de la empresa BISA

Figura 42

Proceso de encofrado de 6to. anillo de Sifón



Nota. Extraído de galería de la empresa BISA

Figura 43

Vista de anillo desencofrado y proceso de armado de andamio modulado.



Nota. Extraído de galería de la empresa BISA

Figura 44

Vista de anillo en proceso de llenado de agua



Nota. Extraído de galería de la empresa BISA

3.2 Identificación del problema

Compañía de Minas Buenaventura SAA (en adelante BNV) desarrollo un trade-off para el diseño del sistema de bombeo principal del proyecto Yumpag; BNV selecciona la alternativa 1, la cual consiste en el diseño de una estación de bombeo en el nivel 4,180 en donde se recolectará el agua proveniente de los niveles inferiores; desde esta estación se bombeará el agua hacia la PETARI ubicada en superficie. El recorrido de la línea de impulsión será a través de a CH-249, para la cual precisa la construcción de un sifón de concreto de capacidad de 308.5 m³ el cual depositará el agua tratada proveniente de la PTARI para luego ser bombeada mediante un sistema de bombeo hacia la superficie.

CAPITULO IV. METODOLOGÍA

4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL ADITIVO ECOPLAST- WG 9500

4.2 Tipo de investigación

Según los objetivos del trabajo de estudio, es un enfoque aplicado, debido a que implementaremos el aditivo ECOPLAST – WG 9500 para la construcción de un sifón evaluando la manejabilidad al momento de realizar el bombeo y su resistencia.

El nivel de estudio es descriptivo, porque detalla los procesos de la aplicación del aditivo ECOPLAST – WG 9500, se analiza la manejabilidad y resistencia que alcanza.

El tipo de estudio es no experimental - observacional, porque no pretendemos controlar ni manipular variables, por lo que observamos y analizamos los resultados en manejabilidad y la capacidad a la compresión. Además, es transversal, porque la información y las especificaciones de cada comportamiento estructural específico se obtienen en una ocasión única para cada diseño estructural propuesto.

(Sampieri, 2014) argumenta que, Los diseños de investigación transeccional o transversal recopilan datos en un solo momento, el objetivo es describir las variables y analizar cómo se relacionan entre sí en un momento determinado. Es como “tomar una foto” de algo que sucede.

Muestra y población (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

El componente para el funcionamiento como depósito de bombeo llamado "Sifón", ubicado en la cámara "960" interior de la mina en 4202.5 Unidad Yumpag, “Distrit Yanahuanca” y “Provincia de Daniel Alcides Carrión”, “región Pasco”, constituye la población de este estudio.

Muestra

El muestreo utilizado para el estudio es estratigráfico, dado a que es posible tener sub-grupos de población del estudio, y cada indicador pertenece al grupo establecido

Tabla 14

Cantidad de muestras de pruebas

Adición de aditivo según hipótesis	Ensayos	
	Compresión	Asentamiento
Patrón	6	1
1.15%	36	9
Probetas por ensayo	42	10
TOTAL	52	

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica:

El proyecto utiliza la observación como método principal para analizar errores en las pruebas y evaluar el comportamiento de las muestras y el estado de la mezcla a lo largo del tiempo. La tarea se centra en observar los cambios en la variable dependiente, lo que permite recopilar la información necesaria para el estudio

Instrumentos:

La tesis se basa en información recopilada de fuentes secundarias, incluyendo normas nacionales e internacionales (ASMT, ACI, NTP), artículos de investigación, sitios web, libros, revistas, informes y blogs. Estas fuentes serán citadas en las referencias bibliográficas y se utilizarán para realizar un análisis adecuado de las variables e información, contribuyendo así a los objetivos del estudio.

Análisis de información:

- **Análisis de los Documentos:**

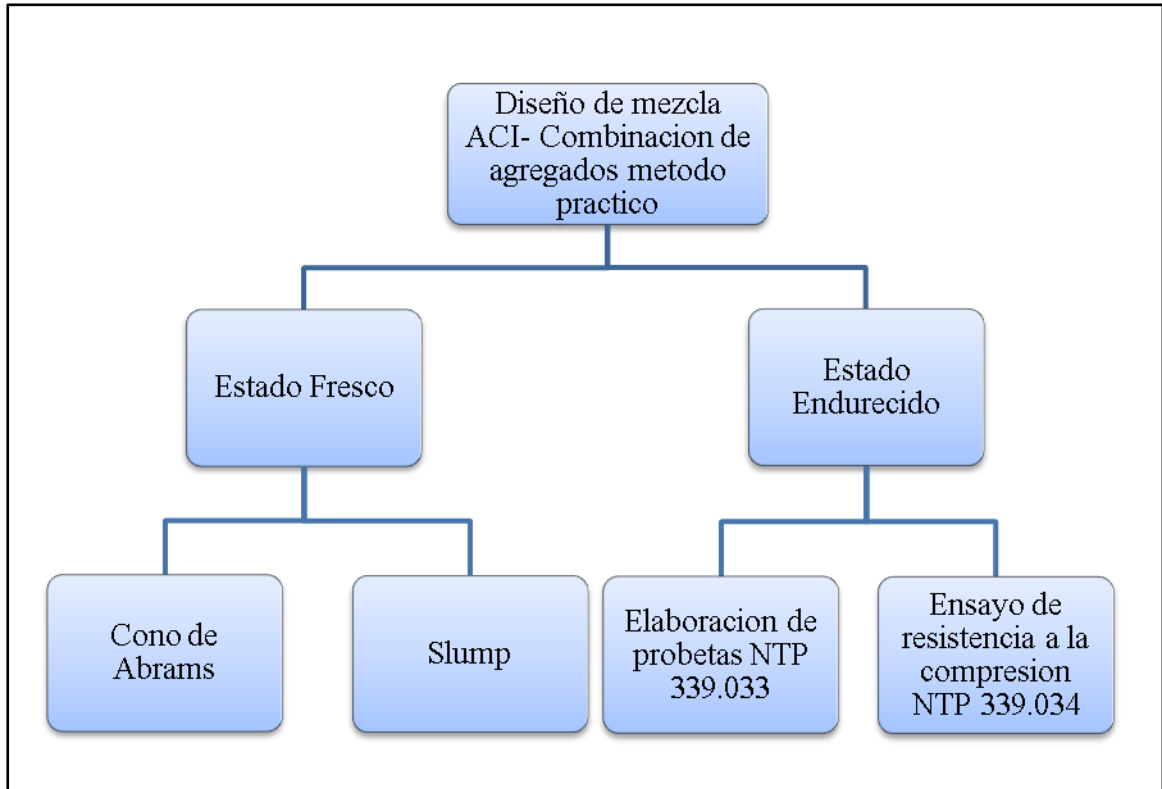
Se recopilan datos de fuentes secundarias, incluyendo documentos nacionales e internacionales, normas (ACI, ASTM, NTP), artículos, sitios web, libros, revistas, blogs e informes. Esta información se utilizará para realizar un análisis adecuado de variables y probabilidades, con el fin de cumplir con los objetivos de la investigación.

- **Experimento en laboratorio:**

El método principal de recopilación de datos en este estudio es a través de pruebas realizadas en unidades de concreto comunes. Se evalúan la resistencia a los 7, 14 y 28 días según NTP 339.034/ASTM C39, el tiempo de fraguado según NTP 339.082/ASTM C403, y el ensayo de consistencia según NTP 339.035/ASTM C143. Estas pruebas buscan observar el efecto de los aceleradores en el concreto, de acuerdo con la norma ASTM C494. La información obtenida se presenta en tablas de resumen.

Figura 45

Procedimiento de diseño de mezcla ACI



Nota. Fuente propia

4.1 Realizar el Diseño de mezcla

El método ACI 211, combinación de agregado método práctico, se utilizará para diseñar la mezcla. (CEMEX Colombia, 2024).

Este método implica la recopilación de diversos datos, incluyendo:

- Identificación del tipo de cemento y su peso específico.
- Ensayos granulométricos para determinar los módulos de finura de los agregados gruesos y finos.
- Establecimiento de la relación agua-cemento para el diseño, basado en el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el asentamiento necesario para la mezcla.

- Determinación del tamaño máximo nominal y del aire incorporado en el agregado grueso.

Las cantidades se calcularán en función de un metro cúbico, y se calculará el coeficiente "m" para determinar el porcentaje de agregado fino, utilizando una fórmula específica.

Ecuación 1

Porcentaje de agregado fino

$$\%Af = \left(\frac{Mfa.g - m}{Mfa.g - Mfa.f} \right) \times 100$$

Ecuación 2

Porcentaje de agregado grueso

$$\% Ag = (1 - \%Af) \times 100$$

4.2 Concreto en estado fresco

Ensayo de consistencia (ASTM C143)

- El Cono de Abrams se humedece y se coloca sobre una superficie plana, rígida y no absorbente.
- Se aseguran las asas inferiores antes de llenar el molde con la muestra de concreto en tres capas, cada una de aproximadamente un tercio del volumen total.
- Cada capa se compacta con 25 golpes de varilla, realizando movimientos espirales e inclinando la varilla para compactar la capa inferior.
- Se debe añadir más concreto a la capa superior antes de compactar, asegurando que el material quede al ras del borde. Una vez completado el llenado y la compactación, el molde se retira verticalmente en un período de 5 a 10 segundos.

- Todo el procedimiento debe realizarse en un máximo de dos minutos y treinta segundos, y la medición del asentamiento se realiza inmediatamente desde la altura del molde hasta el centro superior del espécimen

Tabla 15 *Esquema de asentamiento del concreto*

Asentamiento del concreto		Slump
Especímenes	Consistencia	
Patrón		
0.29		

Esquema de Asentamiento del concreto donde se agregarán los datos de consistencia y slump, obtenidos en laboratorio.

Tabla 16 *Consistencia del cono*

Consistencia	Asentamiento
seca	0 - 2
plástica	3 - 5
blanda	6 - 9
fluida	10 - 15
liquida	≥ 16

4.3 Concreto en estado endurecido

Elaboración de muestra cilíndrica (NTP339.033)

- Cada material se pesa de acuerdo con el diseño y se mezcla en un trompo.
- Se inicia añadiendo el agregado grueso y parte del agua, seguido del agregado fino, el cemento y el agua restante, todo con la mezcladora en funcionamiento
- . El concreto se mezcla durante tres minutos, se deja reposar tres minutos y se mezcla nuevamente por dos minutos.
- Para crear probetas cilíndricas de 10 cm x 20 cm, se utilizan dos capas y se vierte la mezcla con un cucharón en moldes bien aceitados. Si se realiza manualmente, se emplea un mazo de goma y una varilla compactadora; también se puede usar una mesa vibratoria para la compactación. Una vez llenas, las probetas se cubren con plástico para conservar la humedad.
- Los moldes se retiran después de 24 horas y las muestras se colocan en un ambiente de curado con agua e hidróxido de calcio, asegurando que estén completamente cubiertas y a una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- **Norma para utilizar cabezales con almohadillas de neopreno (NTP339.216)**
- Las almohadillas deben tener un espesor de 13 mm (± 2 mm) y un diámetro al menos 2 mm menor que el diámetro interior del anillo de retención.
- Se debe verificar su estado, reemplazando aquellas que presenten agrietamientos o fracturas de más de 10 mm, sin importar la profundidad.
- Es importante limpiar tanto las almohadillas como el anillo de retención.
- Además, se debe comprobar si la prensa hidráulica cuenta con una rejilla de protección, ya que la presión en las probetas con almohadillas será mayor

Norma NTP339.034 para ensayo de resistencia a la compresión

- Para realizar el ensayo, se necesita una prensa hidráulica que se operará manualmente y se ajustará a una velocidad de 2.40 ± 0.05 kN/seg.
- Se retiran las muestras de la muestra de curado a los 3, 7 y 22 días.
- Se miden las alturas y diámetros de cada probeta, asegurando que tanto las superficies como la prensa estén libres de impurezas.
- Las probetas se colocan en el centro de la prensa mecánica y se aplica una carga continua a la velocidad establecida hasta que el espécimen se rompa.
- La resistencia a la compresión se calculará utilizando fórmulas específicas.

Ecuación 3

Ecuación cálculo de resistencia a la compresión

$$\sigma_C = \frac{F}{A}$$

Ecuación 4

Cálculo del Área

$$A = \pi d^2 / 4$$

Tabla 17

Esquema de resistencia a la compresión

ASTM C39/C9 M		Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos							
COD LAB.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Diámetro	Área	Lectura a Dial (Kg)	Resistencia a Diseño (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
		o	o			cm ²			

Elaboración de especímenes cúbicos (NTP 339.033)

- Una vez preparada la mezcla, se forman las viguetas, que miden 50 cm de longitud, 15 cm de altura y 15 cm de ancho.
- Se vacía la mezcla hasta la mitad del molde y se dan 20 golpes con un martillo de goma.
- Luego, se llena el molde de la misma manera para nivelar con una varilla.
- La viga se cubre con plástico para evitar la pérdida de humedad, y los moldes se retiran 24 horas después de la conformación.
- Para el ensayo, las probetas se colocan en un ambiente de curado compuesto por agua e hidróxido de calcio, manteniendo una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

CAPITULO V. RESULTADOS

Tabla 18

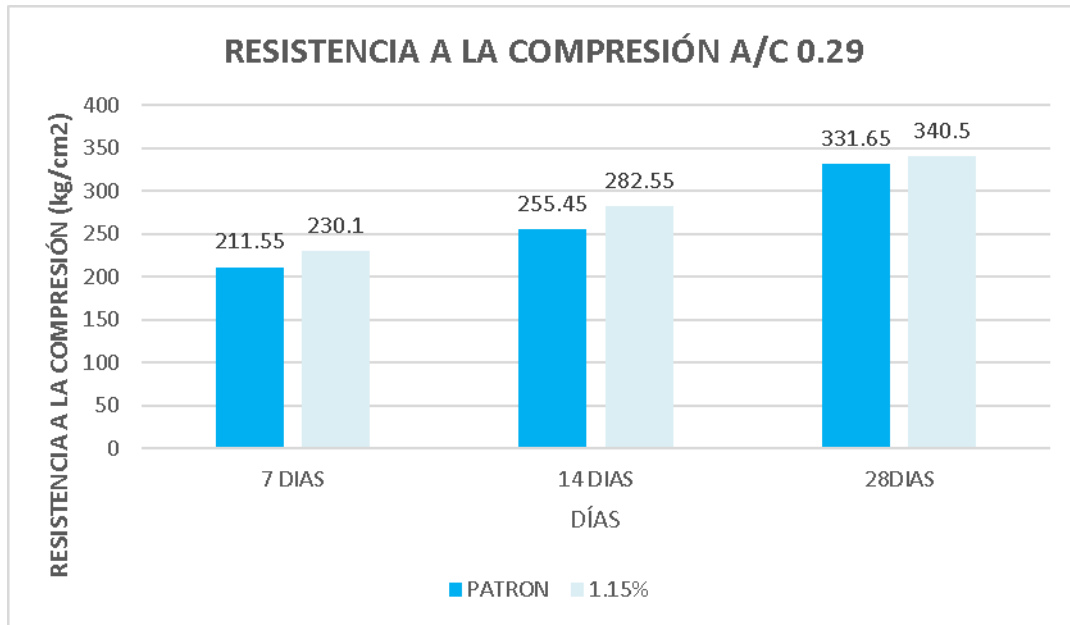
Resultados de resistencia a la compresión del concreto con A/C 0.29 a 7 días, 14 días y 28 días con todos los diseños de mezcla.

Porcent aje de Adición	7 DIAS			14 DIAS			28DIAS			
	(%)	Testigo	Resiste (kg/cm2)	Media	Testigo	Resiste. (kg/cm2)	Media	Testigo	Resiste. (kg/cm2)	Media
Patrón		PC-L-C-001	213.5		PC-L-C-003	255.3		PC-L-C-005	334.3	
		PC-L-C-002	209.6		PC-L-C-004	255.6		PC-L-C-006	329	
		PC-L-C-007	228		PC-L-C-009	244.6		PC-L-C-011	336.1	
		PC-L-C-008	223.8		PC-L-C-010	249.8		PC-L-C-012	345	
		PC-L-C-013	233.6		PC-L-C-015	284.8		PC-L-C-017	326.2	
		PC-L-C-014	227.9		PC-L-C-016	274.2		PC-L-C-018	340.2	
		PC-L-C-019	237.9		PC-L-C-021	258.4		PC-L-C-023	329.5	
		PC-L-C-020	230.8		PC-L-C-022	254.9		PC-L-C-024	343.7	
		PC-L-C-025	269.5		PC-L-C-027	283.1		PC-L-C-029	334.7	
		PC-L-C-026	229.4		PC-L-C-028	282.6		PC-L-C-030	340.8	
1.15%		PC-L-C-031	223.9		PC-L-C-033	291.7		PC-L-C-035	347.4	
		PC-L-C-032	237.7		PC-L-C-034	283.1		PC-L-C-036	349.1	
		PC-L-C-037	237.7		PC-L-C-039	284.5		PC-L-C-041	343.7	
		PC-L-C-038	229.4		PC-L-C-040	282.5		PC-L-C-042	338.2	

Fuente: Propia

Figura 46

Resistencia a la compresión a 7 días, 14 días y 28 días con aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 1.15% y muestra patrón



Nota. Fuente propia

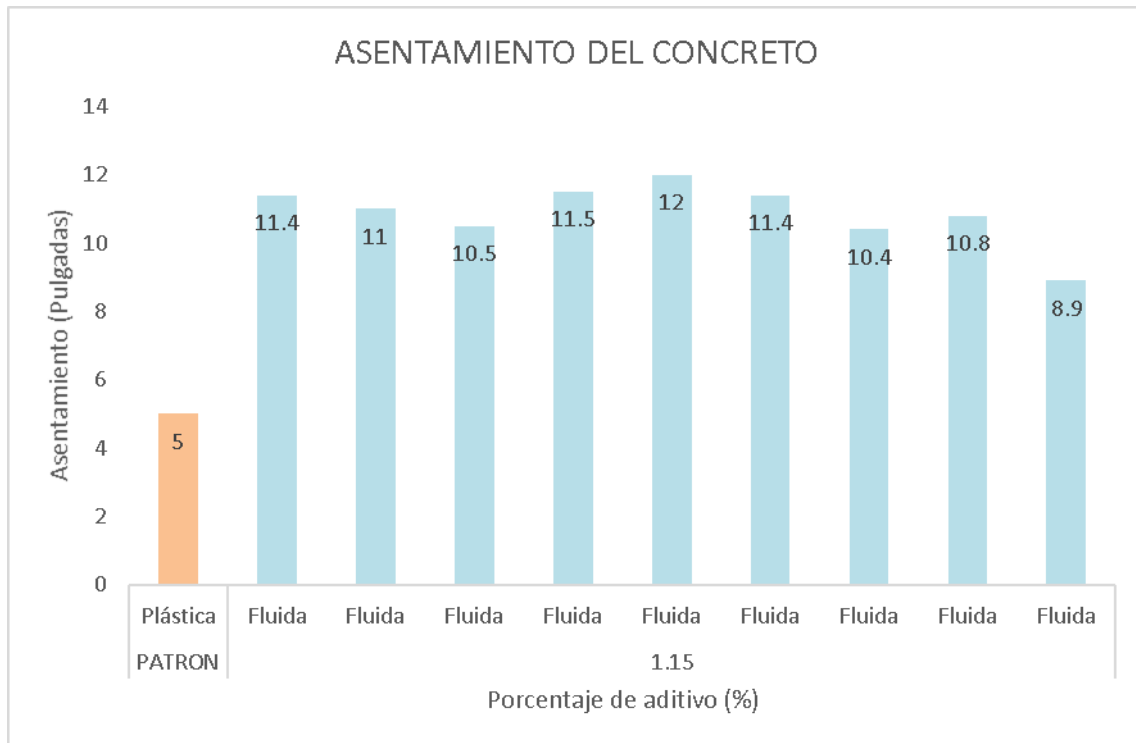
Tabla 19

Asentamiento del concreto según el diseño de mezcla de A/C 0.29

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO		
Especímenes	Consistencia	Slump (plg)
PATRON	Plástica	5
	Fluida	11.4
	Fluida	11
1.15	Fluida	10.5
	Fluida	11.5
	Fluida	12
	Fluida	11.4
	Fluida	10.4
	Fluida	10.8
	Fluida	8.9

Figura 47

Resultados del asentamiento del concreto con una A/C 0.29 según porcentaje de aditivo



Nota. Fuente propia

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

La elaboración de concretos con alta manejabilidad requiere una cuidadosa selección de materiales, el uso de aditivos superplastificantes y un riguroso control de calidad en todas las etapas de producción y aplicación.

En el ensayo de asentamiento del concreto, se controló la medición del Slump en cada tanda producida por un Carmix de 3.5 m³. Se observó que el diseño ECOPLAST – WG 9500 al 1.15 % mantuvo su trabajabilidad, obteniendo un valor de Slump de 11 pulgadas, como se muestra en la figura 45

El diseño de mezcla para 1 m³ de concreto $f'c=280$ kg/cm² con una relación de A/C de 0.29 es: peso de concreto de 505.94 kg/m³, agregado grueso 1242 kg/m³, 545.39 kg/m³ de agregado fino con un porcentaje de aditivo superplastificante ECOPLAST WG9500 de 1.15 %.

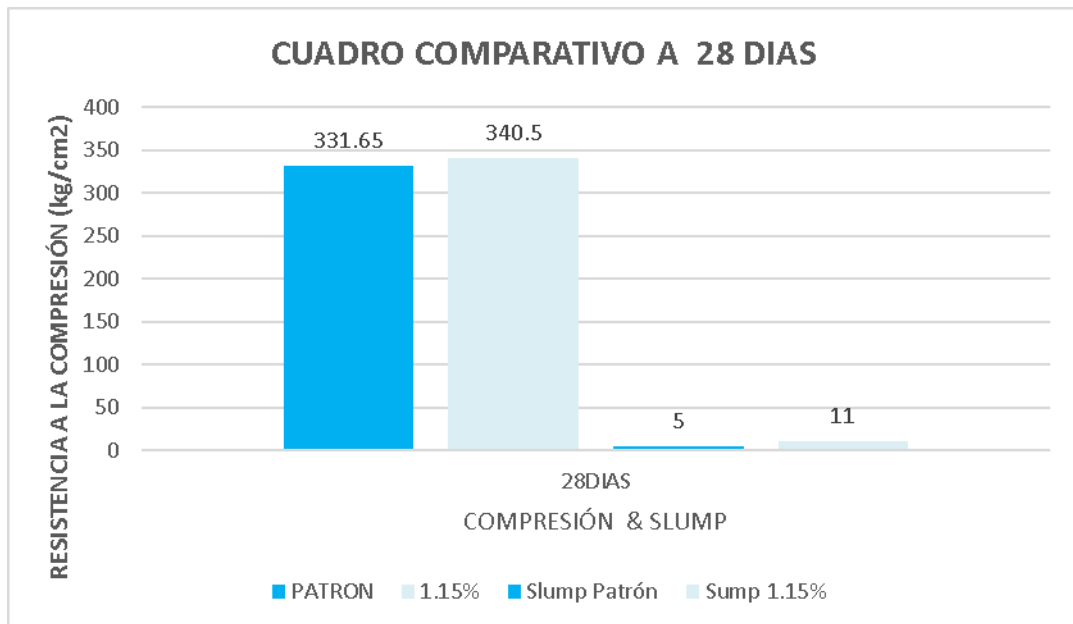
El resultado que se obtuvo sobre la resistencia en la compresión de los veintiocho días, de curado de muestra y pruebas en laboratorio, se determinó una resistencia de 340.5 con un porcentaje de 122%.

Según los resultados obtenidos de asentamiento se obtuve un valor promedio de 11 pulgadas la cual se encuentra en el rango de mezcla fluida.

Se concluyó que la adición de 1.15% de superplastificante ECOPLAST- WG 9500 puede obtener concretos con mayor resistencia a la compresión en comparación con la muestra de prueba.

Figura 48

Cuadro comparativo a 28 días – 1.15 % de aditivo respecto al patrón, compresión y slump.



Nota. Fuente propia

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda no realizar un diseño de mezcla en relación agua y cemento, por debajo 0.30, ya que es necesario una reserva de H₂O, para la mejor humectación del cemento.

Para el ensayo de la resistencia de compresión, se sugiere desarrollar más muestras probetas de recomendado por ACI-318 aplicar la NTEE 060 - 2009:

- Una vez por día, no menor de una muestra por clase de concreto.
- Una vez por cada 110 m³ / No menos de 1 Muestra por cada 50 m³ de concreto de cada clase.
- Se debe tomar una muestra de concreto una vez cada 460 m² de losas o muros, y no menos de una muestra por cada 300 m², para prevenir inconvenientes hasta el momento de su rotura.

Se recomienda un control riguroso de la adición de agua, ya que un exceso por encima de lo estipulado en el diseño reduce la resistencia y otras propiedades del concreto. Es esencial mantener un Slump entre 10 y 12 pulgadas.

El presente estudio servirá para todo profesional o estudiante que requiera aplicar mejoras de resistencia concreto, aplicando aditivo superplastificante ECOPLAST- WG 9500 para concretos $f'_c=280$ kg/cm²

Se sugiere realizar análisis comparativo empleando aditivos superplastificantes de la marca SIKA.

Así como el aditivo nos permite dar una correcta manejabilidad del concreto y obtener concretos de alta resistencia ello puede llevar incrementos en los costos del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEMEX Colombia. (29 de Agosto de 2024). *CEMEX Colombia*. Obtenido de <https://www.cemexcolombia.com/documents/45752949/45757466/concreto-alta-resistencia.pdf/59af70ce-4ddb-fd39-f2b0-8d36ed5d5089>
- ECOANDINA . (28 de Agosto de 2024). HOJA TÉCNICA. Lima, Lima, Perú.
- Fallas, G. G., Madrigal, C. H., García, M. P., Valenciano, I. R., Vega, L. D., & Guzmán, G. S. (01 de Septiembre de 2024). *Dialnet*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835626>
- Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, C. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3002>
- Reina C ardoza, J. C., Sanchez Blanco, M. J., & Solano Quintanilla, E. R. (23 de Octubre de 2010). *INFLUENCIA DE LA TASA DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO*. San Salvador.
- ResearchGate. (28 de Agosto de 2024). *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/profile/Janet-Carvajal-De-La-Osa/publication/348578293_COMPORTEAMIENTO_MECANICO_DE_LOS_MATERIALES/inks/6005d25692851c13fe1f2591/COMPORTEAMIENTO-MECANICO-DE-LOS-MATERIALES.pdf
- SANJUÁN BARBUDO, M. Á., & CHINCHÓN YEPES, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante.
- Silva, O. J. (29 de Agosto de 2024). *360 en concreto*.
<https://360enconcreto.com/blog/detalle/generalidades-tipos-de-aditivos-para-el-concreto/>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (28 de Agosto de 2024). *UNAM*.
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/474/5/A5.pdf>
- Villanueva Sanchez, F. A. (10 de Octubre de 2024). *Universidad Nacional de Cajamarca*. Repositorio Institucional:
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/640/T%20666.893%20V718%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1 panel fotográfico

Figura 49

Vista de Sifón con agua a 3/4 partes de llenado del nivel superior



Figura 50

Vista de Sifón parte Superior con estructura de vigas monoriel para bombas



Figura 51

Medición de consistencia de mezcla Slump 11.5 Pulg.



Figura 52

Proceso de preparación de mezcla con Carmix de capacidad de 3.5 m³.



Figura 53

Diseño de mezcla para un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo ECOPLAST-WG9500 a 1.15%.

		CLIENTE: BUENAVENTURA	Código: DMS-SGC-INF-001																												
		PROYECTO: OBRAS CIVILES SEDIMENTACION PERU	Fecha de emisión: 25.03.2024																												
		CONTRATISTA: ELMARVI SAC	Rev.: 0																												
			Página: 1 de 1																												
MEDIO DE MEZCLA DE CONCRETO																															
Fc 280 N/glom2																															
PARTIDA :	Concreto hidráulico		SUPERVISOR DE CALIDAD :																												
Aditivo :			CERTIFICADO N°:																												
Fecha de diseño:	25/03/2024																														
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO																															
1. RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO		9. PESO SECO DE LOS MATERIALES																													
<table border="1"> <tr><td>F'c</td><td>280 kg/cm²</td></tr> <tr><td>Factor de Seguridad</td><td>84 kg/cm²</td></tr> <tr><td>F'c (diseño)</td><td>364 kg/cm²</td></tr> </table>		F'c	280 kg/cm ²	Factor de Seguridad	84 kg/cm ²	F'c (diseño)	364 kg/cm ²	<table border="1"> <tr><td>Cemento</td><td>505.94 kg</td></tr> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>1242.60 kg</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>545.39 kg</td></tr> <tr><td>Agua</td><td>105.07 kg</td></tr> </table>		Cemento	505.94 kg	Agregado Grueso	1242.60 kg	Agregado Fino	545.39 kg	Agua	105.07 kg														
F'c	280 kg/cm ²																														
Factor de Seguridad	84 kg/cm ²																														
F'c (diseño)	364 kg/cm ²																														
Cemento	505.94 kg																														
Agregado Grueso	1242.60 kg																														
Agregado Fino	545.39 kg																														
Agua	105.07 kg																														
2. CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES		10. CORRECCIÓN POR HUMEDAD																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>AGREGADO FINO</th> <th>AGREGADO GRUESO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso Específico</td><td>2.652 kg/cm³</td><td>2.650 kg/cm³</td></tr> <tr><td>Peso unitario compactado</td><td>1.527 kg/cm³</td><td>1.639 kg/cm³</td></tr> <tr><td>Peso unitario suelto</td><td>1.413 kg/cm³</td><td>1.474 kg/cm³</td></tr> <tr><td>Absorción</td><td>1.000 %</td><td>1.200 %</td></tr> <tr><td>Humedad</td><td>4.000 %</td><td>1.500 %</td></tr> <tr><td>Módulo de Flecha</td><td>3.470</td><td></td></tr> <tr><td>Tam. Máx. Nominal</td><td></td><td>3/4"</td></tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	Peso Específico	2.652 kg/cm ³	2.650 kg/cm ³	Peso unitario compactado	1.527 kg/cm ³	1.639 kg/cm ³	Peso unitario suelto	1.413 kg/cm ³	1.474 kg/cm ³	Absorción	1.000 %	1.200 %	Humedad	4.000 %	1.500 %	Módulo de Flecha	3.470		Tam. Máx. Nominal		3/4"	<table border="1"> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>1242.00 kg</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>545.39 kg</td></tr> </table>		Agregado Grueso	1242.00 kg	Agregado Fino	545.39 kg
DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO																													
Peso Específico	2.652 kg/cm ³	2.650 kg/cm ³																													
Peso unitario compactado	1.527 kg/cm ³	1.639 kg/cm ³																													
Peso unitario suelto	1.413 kg/cm ³	1.474 kg/cm ³																													
Absorción	1.000 %	1.200 %																													
Humedad	4.000 %	1.500 %																													
Módulo de Flecha	3.470																														
Tam. Máx. Nominal		3/4"																													
Agregado Grueso	1242.00 kg																														
Agregado Fino	545.39 kg																														
3. SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO		11. CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN																													
Asentamiento: 50" - 12"		<table border="1"> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>3.67 kg</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>37.26 kg</td></tr> </table>		Agregado Grueso	3.67 kg	Agregado Fino	37.26 kg																								
Agregado Grueso	3.67 kg																														
Agregado Fino	37.26 kg																														
4. RELACION AGUA-CEMENTO (a/c)		12. AGUA EFECTIVA																													
R a/c = 0.29		105.07 Litros																													
5. CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO		13. DISEÑO TEÓRICO																													
Agua de Mezclado: 146.00 Litros		<table border="1"> <tr><td>Cemento</td><td>505.94 kg/m³</td></tr> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>1242.60 kg/m³</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>545.39 kg/m³</td></tr> <tr><td>Agua</td><td>105.07 Litros</td></tr> </table>		Cemento	505.94 kg/m ³	Agregado Grueso	1242.60 kg/m ³	Agregado Fino	545.39 kg/m ³	Agua	105.07 Litros																				
Cemento	505.94 kg/m ³																														
Agregado Grueso	1242.60 kg/m ³																														
Agregado Fino	545.39 kg/m ³																														
Agua	105.07 Litros																														
6. PESO DE CEMENTO		14. PROPORCIONES EN PESO																													
505.94 kg/m ³		<table border="1"> <tr><td>Cemento</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>1.08</td></tr> <tr><td>Agua</td><td>0.21</td></tr> </table>		Cemento	1.00	Agregado Grueso	2.45	Agregado Fino	1.08	Agua	0.21																				
Cemento	1.00																														
Agregado Grueso	2.45																														
Agregado Fino	1.08																														
Agua	0.21																														
7. AIRE ATRAPADO		15. PROPORCIONES EN VOLUMEN																													
2.000 %		<table border="1"> <tr><td>Cemento</td><td>1.00 pie³</td></tr> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>2.50 pie³</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>1.14 pie³</td></tr> <tr><td>Agua</td><td>0.03 pie³</td></tr> </table>		Cemento	1.00 pie ³	Agregado Grueso	2.50 pie ³	Agregado Fino	1.14 pie ³	Agua	0.03 pie ³																				
Cemento	1.00 pie ³																														
Agregado Grueso	2.50 pie ³																														
Agregado Fino	1.14 pie ³																														
Agua	0.03 pie ³																														
8. VOLUMEN ABSOLUTO DE CONCRETO		16. INCLUIVE ADITIVO - 1.15%																													
<table border="1"> <tr><td>Cemento</td><td>0.169 m³</td></tr> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>0.349 m³</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>0.317 m³</td></tr> <tr><td>Agua</td><td>0.146 m³</td></tr> <tr><td>Aire</td><td>0.020 m³</td></tr> </table>		Cemento	0.169 m ³	Agregado Grueso	0.349 m ³	Agregado Fino	0.317 m ³	Agua	0.146 m ³	Aire	0.020 m ³	<table border="1"> <tr><td>Cemento</td><td>505.94 kg/m³</td></tr> <tr><td>Agregado Grueso</td><td>1242.60 kg/m³</td></tr> <tr><td>Agregado Fino</td><td>545.39 kg/m³</td></tr> <tr><td>Agua</td><td>105.04 Litros</td></tr> <tr><td>SKA ER</td><td>0.63%</td><td>0.142 kg/m³</td></tr> <tr><td>SKAMEN 290 N</td><td>0.05%</td><td>0.09 kg/m³</td></tr> <tr><td>Eco Andina WG 9500</td><td>1.15%</td><td>5.82 kg/m³</td></tr> </table>		Cemento	505.94 kg/m ³	Agregado Grueso	1242.60 kg/m ³	Agregado Fino	545.39 kg/m ³	Agua	105.04 Litros	SKA ER	0.63%	0.142 kg/m ³	SKAMEN 290 N	0.05%	0.09 kg/m ³	Eco Andina WG 9500	1.15%	5.82 kg/m ³	
Cemento	0.169 m ³																														
Agregado Grueso	0.349 m ³																														
Agregado Fino	0.317 m ³																														
Agua	0.146 m ³																														
Aire	0.020 m ³																														
Cemento	505.94 kg/m ³																														
Agregado Grueso	1242.60 kg/m ³																														
Agregado Fino	545.39 kg/m ³																														
Agua	105.04 Litros																														
SKA ER	0.63%	0.142 kg/m ³																													
SKAMEN 290 N	0.05%	0.09 kg/m ³																													
Eco Andina WG 9500	1.15%	5.82 kg/m ³																													
DOSIFICACION FINAL																															
F'c 280 N/glom2		DOSIFICACION																													
		DESIGNO SECO	Peso																												
Cemento	505.94 kg/m ³		1.00 pie ³																												
Agregado Fino	1242.60 kg/m ³		2.50 pie ³																												
Agregado Grueso	545.39 kg/m ³		1.14 pie ³																												
Agua	105.04 Litros		0.03 pie ³																												
SKA ER	0.14 kg/m ³	0.0008	0.01 pie ³																												
Eco Andina WG 9500	5.82 kg/m ³	0.0115	0.09 pie ³																												
Observaciones : La extensibilidad de diseño entre 0.45 - 0.60 cm																															
Elaborado por: Supervisor de Calidad																															
 Pedro Vilcherres Lizarraga QA/QC YMPAG																															

Figura 54

Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 7 días muestra patrón



REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : CORPORACIÓN ELMARVI SAC
 DIRECCIÓN : Av. los Cisnes Mz. H2 Lote 13c Urb. Lotización el Club II Eta, Lurigancho, Lima, Perú
 PROYECTO : OBRAS CIVILES PARA ESTACIÓN DE BOMBEO NV. 4180 MSNM

Tec.: J.C.C

UBICACION : C.P. HUACHUS, YANAHUANCA,
DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERRO DE PASCO

N° DE INFORME : 001

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ELEMENTO : ANILLOS SIFÓN-LOSA DE CIMENTACION

EQUIPO DE COMPRESION

MARCA / MODELO : FORNEY-2023/10/28-VMC-LFP-903-2023

ASTM C 39/C39M		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS								
CODIGO LAB.	Descripcion	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Area (cm ²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)
PC-L-C-001	PEDESTALES P-01,01/P-01,18 LOSA CANAL (TRAMOS UB) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	29/12/2023	7	15.10	179.1	36240	213.5	280	76.3
PC-L-C-002	PEDESTALES P-01,01/P-01,18 LOSA CANAL (TRAMOS UB) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	29/12/2023	7	15.10	179.1	37540	209.6	280	74.9

DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG



DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG



Página 1

OBSERVACIONES :

Firma

Nombre

Cargo

Fecha (dd/mm/aa)

LABORATORIO



ING. JEFUS GARCERAN CASTILLO
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONCRETOS

ING. ECOSERM RANCAS



ING. CIVIL
C.P. Nº 24928

ECOSERM RANCAS



ING. FERRARINI EOTRINA ATENCIO
ADMINISTRADOR
UNIDAD DE NEGOCIO PLANTA DE CONCRETO

Figura 55

Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 14 días muestra patrón

ECOSERM
S.A.S

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : CORPORACION ELMARVI SAC
DIRECCIÓN : Av. los Cisnes Mz. H2 Lote 13c Urb. Lotzacion el Club II Eta, Lujáncho, Lima, Perú
PROYECTO : OBRAS CIVILES PARA ESTACIÓN DE BOMBEO N° 4180 MSNM

Tec.: J.C.C

UBICACIÓN : C.P. HUACHUS, YANAHUANCA,
DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERRO DE PASCO

N° DE INFORME : 002

REFERENCIAS DE LA MUESTRA


ELEMENTO : ANILLOS SIFÓN-LOSA DE CIMENTACION

EQUIPO DE COMPRESION

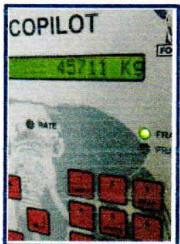
MARCA / MODELO : FORNEY- 2023/10/28-VMC-LFP-903-2023

ASTM C 39/C39M		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS									
CODIGO LAB.	Descripcion	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Area (cm ²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)	
PCL-C-003	PEDESTALES P-01 01/P-01.18 LOSA CANAL (TRAMOS U5) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	5/01/2024	14	15.10	179.1	45711	255.3	280	91.2	
PCL-C-004	PEDESTALES P-01 01/P-01.18 LOSA CANAL (TRAMOS U5) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	5/01/2024	14	15.10	179.1	45768	255.8	280	91.3	


DESPUES DEL ENSAYO



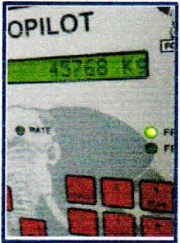
CARGA MAX KG



DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG




Página 1

OBSERVACIONES :

	LABORATORIO ECOSERM	ING-CONCRETO ECOSERM	ECOSERM RANCAS ECOSERM
Firma			
Nombre	TEC. J. C. TARRILLO	ING. CIVIL SANTIAGO	ING. CIVIL COTRINA
Cargo	Tecnico de Laboratorio	ING. CIVIL	ADMINISTRADOR
Fecha (dd/mm/aa)	2024/01/05	2024/01/05	2024/01/05

Figura 56

Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 28 días muestra patrón



REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : CORPORACIÓN ELMARVI SAC
 DIRECCIÓN : Av. los Cisnes Mz. H2 Lote 13c Urb. Lotización el Club II Eta, Lurigancho, Lima, Perú
 PROYECTO : OBRAS CIVILES PARA ESTACION DE BOMBEO NV. 4180 MSNM

Tec.: J.C.C
 UBICACIÓN : C.P. HUACHUS, YANAHUANCA,
 DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERRO DE PASCO


N° DE INFORME : 003
 REFERENCIAS DE LA MUESTRA

EQUIPO DE COMPRESION
 MARCA / MODELO : FORNEY- 2023/10/28-VMC-LFP-908-2023


ELEMENTO : ANILLOS SIFÓN-LOSA DE CIMENTACION

ASTM C 39/C39M		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS									
CODIGO LAB.	Descripcion	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Area (cm²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)	
PC-L-C-005	PEDESTALES P-01/01/P-01 18 LOSA CANAL (TRAMOS U) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	19/01/2024	28	15.10	179.1	58862	334.3	280	119.4	
PC-L-C-006	PEDESTALES P-01/01/P-01 18 LOSA CANAL (TRAMOS U) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	19/01/2024	28	15.10	179.1	58616	329.0	280	117.5	


DESPUES DEL ENSAYO




CARGA MAX KG



DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG



Página 1

OBSERVACIONES :

Firma
Nombre
Cargo
Fecha (dd/mm/aa)




Figura 57

Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 7 días muestra 1.15%

ECOSERM
LABORATORIO

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : CORPORACIÓN ELMARVI SAC
DIRECCIÓN : Av. los Cisnes Mz. H2 Lote 13c Urb. Lotización el Club II Eta. Lurigancho, Lima, Perú
PROYECTO : OBRAS CIVILES PARA ESTACION DE BOMBEO NV. 4180 MSNM


Tec.: J.C.C.

UBICACIÓN : C.P. HUACHU, YANAHUANCA,
DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERRO DE PASCO


N° DE INFORME : 004
REFERENCIAS DE LA MUESTRA : ANILLOS N° 01
EQUIPO DE COMPRESION : MARCA / MODELO : FORNEY- 2023/10/28-VMC-LFP-003-2023

ASTM C 39/C39M		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS									
CODIGO LAB.	Descripcion	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Area (cm ²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)	
PC-L-C-007	1er ANILLO - SIFON- SALAS DE BOMBAS	2/04/2024	9/04/2024	7	15.10	179.1	40834	228.0	280	81.4	
PC-L-C-008		2/04/2024	9/04/2024	7	15.10	179.1	40070	223.8	280	79.9	

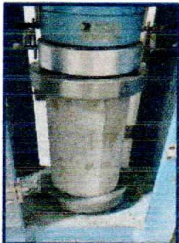
DESPUES DEL ENSAYO




CARGA MAX KG



DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG



OBSERVACIONES :

Firma

Nombre

Cargo

Fecha (dd/mm/aa)

LABORATORIO **ECOSERM**

ING. ECOSERM RANCAZ

ECOSERM RANCAZ

Edwards Enrique GORRINA ATENCION
ADMINISTRADOR
UNIDAD DE REGISTRO Y MANTENIMIENTO DE CONCRETO

Figura 58

Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 14 días muestra 1.15%

ECOFORM

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : CORPORACIÓN ELMARVI SAC
DIRECCIÓN : Av. los Cisnes Mz. H2 Lote 13c Urb. Lotización el Club II Eta, Llangancho, Lima, Perú
PROYECTO : OBRAS CIVILES PARA ESTACIÓN DE BOMBEO N° 4180 MSNM


Tec.: J.C.C
UBICACIÓN : C.P. HUACHUS, YANAHUANCA,
DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERRO DE PASCO

N° DE INFORME: 005
REFERENCIAS DE LA MUESTRA
ELEMENTO : ANILLOS N° 01


EQUIPO DE COMPRESION
MARCA / MODELO : FORNEY- 2023/10/28-VMC-LFP-603-2023

ASTM C 39/C39M		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS									
CODIGO LAB.	Descripcion	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	Diametro	Area (cm ²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm ²	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	
PC-L-C-009	1er ANILLO - SIFON- SALAS DE BOMBAS	2/04/2024	16/04/2024	14	15.10	179.1	45808	244.6	280	87.4	
PC-L-C-010		2/04/2024	15/04/2024	14	15.10	179.1	44726	249.8	280	89.2	

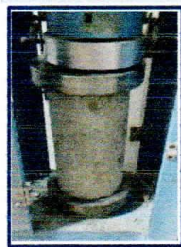
DESPUES DEL ENSAYO



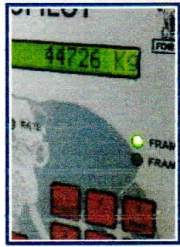
CARGA MAX KG



DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG



Página 1

OBSERVACIONES :




Firma Nombre Cargo Fecha (dd/mm/aa)	LABORATORIO  TEC. JESUS CARDENAS CASTILLO LABORATORIO DE INVESTIGACION Y CONTROL DE CALIDAD	ING. ECOSERM RANCAS  GRUPO ATENCIÓN SANITARIO ING. CIVIL CIP N° 249287	ECOSERM RANCAS  EDUARDO FRANKLIN COTRINA ATENCIO ADMINISTRADOR UNIDAD DE NEGOCIO PLANTA DE CONCRETO
--	---	---	---

Figura 59

Reporte de ensayo de resistencia a la compresión a 28 días muestra 1.15%

ECOSERM
BANCA

REPORTE DE ENSAYO

SOLICITANTE : CORPORACIÓN ELMARVI SAC
DIRECCIÓN : Av. los Cisnes Mz. H2 Lote 13c Urb. Lofización el Club II Eta. Lurigancho, Lima, Perú
PROYECTO : OBRAS CIVILES PARA ESTACIÓN DE BOMBEO NV. 4180 MSNM


Tec: J.C.C

UBICACIÓN : C.P. HUACHUS, YANAHUANCA,
DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERRO DE PASCO


N° DE INFORME : 008
REFERENCIAS DE LA MUESTRA : ANILLOS N° 01
EQUIPO DE COMPRESION : FORNEY- 2023/10/28-VMC-LFP-903-2023
ELEMENTO : MARCA / MODELO : FORNEY- 2023/10/28-VMC-LFP-903-2023

ASTM C 39/C39M		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS									
CODIGO LAB.	Descripcion	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diametro	Area (cm ²)	Lectura Dial (kg)	Fc = kg/cm ²	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	
PC-L-C-011	1er ANILLO - SIFON- SALAS DE BOMBAS	2/04/2024	30/04/2024	28	15.10	179.1	60180	336.1	280	120.0	
PC-L-C-012		2/04/2024	30/04/2024	28	15.10	179.1	61780	345.0	280	123.2	


DESPUES DEL ENSAYO



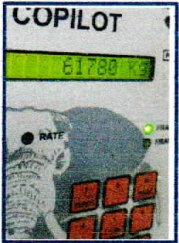
CARGA MAX KG



DESPUES DEL ENSAYO



CARGA MAX KG



Página 1

OBSERVACIONES :

Firma	LABORATORIO	ING. ECOSERM BANCA	ECOSERM BANCA
Nombre	ECOSERM	ECOSERM	ECOSERM
Cargo	TEC. JESÚS CARLOS CASTILLO LABORADOR DE 2da. CATEGORÍA CIP N°	GRIEL ATENCIO SANTIAGO ING. CIVIL CIP N°	Edward Esmerino COTRINA ATENCIO ADMINISTRADOR UNIDAD DE NEGOCIO PLANTA DE CONCRETO
Fecha (dd/mm/aa)			

Tabla 20

Resistencia a la compresión a 7 días con aditivo ECOPLAST – WG 9500 a un 1.15% y muestra patrón

ASTM C39/C9M		RESISTENCIA A ALA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS											
PORCENTAJE DE ADICIÓN (%)	COD LAB.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Diámetro	Área cm2	Lectura Dial (Kg)	f'c=kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)	Resistencia a Compresión Promedio (kg/cm2)	
Patron	PC-L-C-001	PEDESTALES P-01,01/P-01,18 LOSA	22/12/2023	29/12/2023	7	15.1	179.1	38240	213.5	280	76.3%	211.55	
	PC-L-C-002	CANAL (TRAMOS 05) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	29/12/2023	7	15.1	179.1	37540	209.6	280	74.9%		
	PC-L-C-007	1er ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	2/04/2024	9/04/2024	7	15.1	179.1	40834	228	280	81.4%		
	PC-L-C-008		2/04/2024	9/04/2024	7	15.1	179.1	40070	223.8	280	79.9%		
	PC-L-C-013	2do ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	18/04/2024	25/04/2024	7	15.1	179.1	41838	233.6	280	83.4%		
	PC-L-C-014		18/04/2024	25/04/2024	7	15.1	179.1	40809	227.9	280	81.4%		
	PC-L-C-019	3er ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	30/04/2024	7/05/2024	7	15.1	179.1	42595	237.9	280	85.0%		230.1
	PC-L-C-020		30/04/2024	7/05/2024	7	15.1	179.1	41337	230.8	280	82.4%		
	PC-L-C-025	4to ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	11/05/2024	18/05/2024	7	15.1	179.1	48264	269.5	280	96.3%		
	PC-L-C-026		11/05/2024	18/05/2024	7	15.1	179.1	39999	229.4	280	81.9%		
PC-L-C-031	5to ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	26/05/2024	2/06/2024	7	15.1	179.1	40094	223.9	280	80.0%			
PC-L-C-032	CANAL DE INGRESO - DESLAMADOR 02 PTARI	26/05/2024	2/06/2024	7	15.1	179.1	42573	237.7	280	84.9%			
PC-L-C-037	6to ANILLO LOSA SUPERIOR - SIFON-SALA DE BOMBAS	4/06/2024	11/06/2024	7	15.1	179.1	42573	237.7	280	84.9%			
PC-L-C-038		4/06/2024	11/06/2024	7	15.1	179.1	41074	229.4	280	81.9%			

Tabla 21 *Influencia del aditivo*

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 7 días - Shapiro-Wilk						
Patrón						
f' c=kg/cm2	Sorted	n	2			
213.5	209.6				diff	a*diff
209.6	213.5	a1	0.7071	x12 - x1	3.9	2.75769
	0	a2		x11 - x2	0	0
	0	a3		x10 - x3	0	0
	0	a4		x9 - x4	0	0
	0	a5		x8 - x5	0	0
	0	a6		x7 - x6	0	0
	0					2.75769
	0					
	0	SS	7.605			
	0	b	2.75769			
	0	W = b ² /SS	0.99998			
		0.95	0.999			
		0.98	1.000			
		p-value	0.9794246			
		Alpha	0.05			
		Reject	No			

Para esta prueba, utilizaremos un nivel de significación (alfa) de 0,05. En la tabla se puede ver que para $n = 2$, $W = 0,99998$ está entre $W_{0,95} = 0,999$ y $W_{0,98} = 1,00$, lo que significa que el valor p está entre 0,95 y 0,98. Esto significa que el valor p es mayor que $\alpha = 0,05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, concluimos que no hay pruebas suficientes de que el conjunto de datos no proceda de una población con distribución normal. Es decir, podemos suponer que el conjunto de datos está distribuido normalmente.

Se observó que el patrón, 1.15% de ECOPLAST- WG 9500 la significancia es mayor a 0.05 por lo tanto se concluyó que a la edad de 7 días todos los grupos de estudio presentaron una distribución normal.

*Utilizando la interpolación lineal, se puede obtener que el valor p aproximado es de 0,9794246.

Tabla 22

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 7 días - Shapiro-Wilk

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 7 días - Shapiro-Wilk							
1.15%							
f'c=kg/cm2	Sorted	n	12				
228	223.8				diff	a*diff	
223.8	223.9	a1	0.5475	x12 - x1	45.7	25.02075	
233.6	227.9	a2	0.3325	x11 - x2	14	4.655	
227.9	228	a3	0.2347	x10 - x3	9.8	2.30006	
237.9	229.4	a4	0.1586	x9 - x4	9.7	1.53842	
230.8	229.4	a5	0.0922	x8 - x5	4.2	0.38724	
269.5	230.8	a6	0.0303	x7 - x6	1.4	0.04242	
229.4	233.6					33.94389	
223.9	237.7						
237.7	237.7	SS	1634.60667				
237.7	237.9	b	33.94389				
229.4	269.5	W = b ² /SS	0.70487151				
			0	0			
			0	0			
		p-value	0.859				

Tabla 23

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 14 días - Shapiro-Wilk

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 14 días - Shapiro-Wilk							
Test for Normality - Shapiro-Wilk							
Patrón							
f'c=kg/cm2	Sorted	n	2				
255.3	255.3				diff	a*diff	
255.6	255.6	a1	0.7071	x12 - x1	0.3	0.21213	
	0	a2		x11 - x2	0	0	
	0	a3		x10 - x3	0	0	
	0	a4		x9 - x4	0	0	
	0	a5		x8 - x5	0	0	
	0	a6		x7 - x6	0	0	
	0					0.21213	
	0						
	0	SS	0.045				
	0	b	0.21213				
	0	W = b ² /SS	0.99998				
			0.95	0.999			
			0.98	1.000			
		p-value	0.9794246				

Tabla 24

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 1.15% a 14 días - Shapiro-Wilk

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 14 días - Shapiro-Wilk

Test for Normality - Shapiro-Wilk

1.15%							
f' c=kg/cm2	Sorted	n	12			diff	a*diff
244.6	244.6						
249.8	249.8	a1	0.5475	x12 - x1		47.1	25.78725
284.8	254.9	a2	0.3325	x11 - x2		35	11.6375
274.2	258.4	a3	0.2347	x10 - x3		29.6	6.94712
258.4	274.2	a4	0.1586	x9 - x4		24.7	3.91742
254.9	282.5	a5	0.0922	x8 - x5		8.9	0.82058
283.1	282.6	a6	0.0303	x7 - x6		0.1	0.00303
282.6	283.1						49.1129
291.7	283.1						
283.1	284.5	SS	2894.35				
284.5	284.8	b	49.1129				
282.5	291.7	W =	0.83337431				
		b ² /SS					
		0.020	0.828				
		0.050	0.859				
		p-value	0.025201				

Tabla 25

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 28 días - Shapiro-Wilk

Influencia del aditivo ECOPLAST- WG 9500 a 28 días - Shapiro-Wilk						
Test for Normality - Shapiro-Wilk						
1.15%						
f' c=kg/cm2	Sorted	n	12			
336.1	326.2				diff	a*diff
345.0	329.5	a1	0.5475	x12 - x1	22.9	12.53775
326.2	334.7	a2	0.3325	x11 - x2	17.9	5.95175
340.2	336.1	a3	0.2347	x10 - x3	10.3	2.41741
329.5	338.2	a4	0.1586	x9 - x4	7.6	1.20536
343.7	340.2	a5	0.0922	x8 - x5	5.5	0.5071
334.7	340.8	a6	0.0303	x7 - x6	0.6	0.01818
340.8	343.7					22.63755
347.4	343.7					
349.1	345.0	SS	535.43			
343.7	347.4	b	22.63755			
338.2	349.1	W =	0.957097			
		b ² /SS				
		0.5	0.943			
		0.9	0.973			
		p-value	0.68796556			
		Alpha	0.05			
		Reject	No			

Tabla 26*Resistencia a la compresión a 14 días con aditivo ECOPLAST – WG 9500 a un 1.15% y muestra patrón*

ASTM C39/C9M		RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS										
PORCENTAJE DE ADICIÓN (%)	COD LAB.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Diámetro	Área cm2	Lectura Dial (Kg)	f'c=kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)	Resistencia a Compresión Promedio (kg/cm2)
Patron	PC-L-C-003	PEDESTALES P-01,01/P-01,18 LOSA CANAL	22/12/2023	5/01/2024	14	15.1	179.1	45711	255.3	280	91.2%	255.45
	PC-L-C-004	(TRAMOS 05) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	5/01/2024	14	15.1	179.1	45768	255.6	280	91.3%	
1.15%	PC-L-C-009	1er ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	2/04/2024	16/04/2024	14	15.1	179.1	43808	244.6	280	87.4%	282.55
	PC-L-C-010		2/04/2024	16/04/2024	14	15.1	179.1	44726	249.8	280	89.2%	
	PC-L-C-015	2do ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	18/04/2024	2/05/2024	14	15.1	179.1	51007	284.8	280	101.7%	
	PC-L-C-016		18/04/2024	2/05/2024	14	15.1	179.1	49107	274.2	280	97.9%	
	PC-L-C-021	3er ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	30/04/2024	14/05/2024	14	15.1	179.1	46281	258.4	280	92.3%	
	PC-L-C-022		30/04/2024	14/05/2024	14	15.1	179.1	45647	254.9	280	91.0%	
	PC-L-C-027	4to ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	11/05/2024	25/05/2024	14	15.1	179.1	50702	283.1	280	101.1%	
	PC-L-C-028		11/05/2024	25/05/2024	14	15.1	179.1	50605	282.6	280	100.9%	
	PC-L-C-033	5to ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	26/05/2024	9/06/2024	14	15.1	179.1	52242	291.7	280	104.2%	
	PC-L-C-034	CANAL DE INGRESO - DESLAMADOR 02 PTARI	26/05/2024	9/06/2024	14	15.1	179.1	50706	283.1	280	101.1%	
	PC-L-C-039	6to ANILLO LOSA SUPERIOR - SIFON-SALA DE BOMBAS	4/06/2024	18/06/2024	14	15.1	179.1	50951	284.5	280	101.6%	
	PC-L-C-040		4/06/2024	18/06/2024	14	15.1	179.1	50587	282.5	280	100.9%	

Tabla 27

Resistencia a la compresión a 28 días con aditivo ECOPLAST – WG 9500 a un 1.15% y muestra patrón

ASTM C39/C9M		RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS										
PORCENTAJE DE ADICIÓN (%)	COD LAB.	Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Días	Diámetro	Área cm2	Lectura Dial (Kg)	f'c=kg/cm2	Resistencia Diseño (kg/cm2)	Porcentaje (%)	Resistencia a Compresión Promedio (kg/cm2)
Patron	PC-L-C-005	PEDESTALES P-01,01/P-01,18 LOSA	22/12/2023	19/01/2024	28	15.1	179.1	59862	334.3	280	119%	331.65
	PC-L-C-006	CANAL (TRAMOS 05) Y LOSA DE SIFON	22/12/2023	19/01/2024	28	15.1	179.1	58916	329	280	118%	
1.15%	PC-L-C-011	1er ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	2/04/2024	30/04/2024	28	15.1	179.1	60180	336.1	280	120%	340.5
	PC-L-C-012		2/04/2024	30/04/2024	28	15.1	179.1	61780	345	280	123%	
	PC-L-C-017	2do ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	18/04/2024	16/05/2024	28	15.1	179.1	58416	326.2	280	117%	
	PC-L-C-018		18/04/2024	16/05/2024	28	15.1	179.1	60921	340.2	280	122%	
	PC-L-C-023	3er ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	30/04/2024	28/05/2024	28	15.1	179.1	59009	329.5	280	118%	
	PC-L-C-024		30/04/2024	28/05/2024	28	15.1	179.1	61541	343.7	280	123%	
	PC-L-C-029	4to ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	11/05/2024	8/06/2024	28	15.1	179.1	59940	334.7	280	120%	
	PC-L-C-030		11/05/2024	8/06/2024	28	15.1	179.1	61024	340.8	280	122%	
	PC-L-C-035	5to ANILLO - SIFON-SALA DE BOMBAS	26/05/2024	23/06/2024	28	15.1	179.1	62205	347.4	280	124%	
	PC-L-C-036	CANAL DE INGRESO - DESLAMADOR 02 PTARI	26/05/2024	23/06/2024	28	15.1	179.1	62518	349.1	280	125%	
PC-L-C-041	6to ANILLO LOSA SUPERIOR - SIFON-SALA DE BOMBAS	4/06/2024	2/07/2024	28	15.1	179.1	61554	343.7	280	123%		
PC-L-C-042		4/06/2024	2/07/2024	28	15.1	179.1	60557	338.2	280	121%		

