

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y QUÍMICA DE LOS
AGREGADOS PARA CONCRETO DE LAS CANTERAS MANUEL
OLANO CONSTRUCTOR Y GRUPO JOSECITO EN JAÉN 2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Bach. TORO NIÑO JUAN CARLOS

ASESOR

ING. LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA

CAJAMARCA - PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador : JUAN CARLOS TORO NIÑO
DNI : 41667187
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
2. Asesor : LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA
Facultad : INGENIERÍA
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
CARACTERIZACIÓN FÍSICA, MECÁNICA Y QUÍMICA DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO DE LAS CANTERAS MANUEL OLANO CONSTRUCTOR Y GRUPO JOSECITO EN JAÉN 2022
6. Fecha de evaluación: 04 DE MARZO DEL 2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 18 %
9. Código Documento: 3117:337191068
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 05 DE MARZO DEL 2024

| | |
|---|---|
|  FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos LUCIO MARCIAL SIFUENTES INOSTROZA. DNI: 26647505 | <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  Dra. Yvonne Katherine Fernández León DIRECTORA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI |
|---|---|

DEDICATORIA

A:

A Dios, quien me dio la vida, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Mis padres: Nilda y Carlos por ser mis dos grandes pilares e inculcadores de buenos valores y principios que un profesional debe seguir sin dar su brazo a torcer.

A mi hija Karla Tiaret y sobrina Orianna Cristell que siempre están presentes y son mi fortaleza y felicidad.

Mis Hermanos: Ingrid y Jean Carlo por ser mis consejeros que siempre estuvieron allí hasta alcanzar mi propósito.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la fortaleza para poder continuar afrontando las complejidades que se presentaron durante los estudios concluidos y poder guiarme por el buen camino.

A mi Asesor de Tesis Ing. Lucio Marcial Sifuentes Inostroza, por mostrarme el camino de como continuar con la Tesis sin dar un paso al costado.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE | iv |
| INDICE DE TABLAS | vi |
| INDICE DE FIGURAS | x |
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 14 |
| 1.2. Formulación del problema | 14 |
| 1.3. Hipótesis | 15 |
| 1.4. Justificación | 15 |
| 1.5. Delimitación | 15 |
| 1.6. Objetivos | 15 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEORICO | 16 |
| 2.1. Antecedentes teóricos de la investigación | 16 |
| 2.1.1. Internacionales | 16 |
| 2.1.2. Nacionales | 16 |
| 2.1.3. Locales | 18 |
| 2.2. Bases Teóricas | 20 |
| 2.2.1. Agregados para concreto | 20 |
| 2.2.1.1. Clasificación de los agregados para concreto | 20 |
| 2.2.1.2. Clasificación según su procedencia u origen | 21 |
| 2.2.1.3. Clasificación según su densidad | 22 |
| 2.2.1.4. Clasificación según su tamaño | 23 |
| 2.2.1.5. Clasificación según su forma y textura superficial | 24 |
| 2.2.2. Propiedades físicas de los agregados | 24 |
| 2.2.2.1. Análisis granulométrico | 24 |
| 2.2.2.2. Densidad y peso específico | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.2.3. Peso volumétrico | 32 |
| 2.2.2.4. Humedad | 33 |
| 2.2.2.5. Absorción | 34 |
| 2.2.2.6. Forma de la Partículas | 35 |
| 2.2.2.7. Equivalente de arena y agregados finos | 36 |
| 2.2.3. Propiedades mecánicas de los agregados | 37 |
| 2.2.3.1. Resistencia a la abrasión | 37 |
| 2.2.4. Propiedades químicas de los agregados | 38 |
| 2.2.4.1. Durabilidad del agregado al sulfato de sodio | 38 |
| 2.2.5. Normas técnicas que regulan las propiedades de los agregados para concreto | 38 |
| 2.3. Definición de términos básicos | 40 |
| CAPÍTULO III. METODOS Y MATERIALES | 41 |
| 3.1. Ubicación Geográfica | 41 |
| 3.2. Método de Investigación | 42 |
| 3.3. Equipos y Materiales | 43 |
| 3.4. Procedimiento | 44 |
| 3.4.1. Campo | 44 |
| 3.4.2. Laboratorio | 44 |
| 3.4.2.1. Análisis Granulométrico por Tamizado | 44 |
| 3.4.2.2. Contenido de Humedad | 45 |
| 3.4.2.3. Peso Unitario y Vacíos | 45 |
| 3.4.2.4. Gravedad Específica y Absorción | 47 |
| 3.4.2.5. Resistencia a la Abrasión | 52 |
| CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 54 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 68 |
| CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 71 |
| CAPÍTULO VII. APENDICE | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabla 01. | Clasificación de los agregados según su densidad | 22 |
| Tabla 02. | Clasificación de los agregados según su tamaño | 23 |
| Tabla 03. | Clasificación de los agregados según la forma de la partícula | 24 |
| Tabla 04. | Cantidad mínima de muestra de agregado grueso | 25 |
| Tabla 05. | Límite que debe cumplir la gradación del agregado fino | 27 |
| Tabla 06. | Límites para el agregado grueso según las especificaciones más usadas | 27 |
| Tabla 07. | Límites para el agregado grueso según la NTP 400.037 | 28 |
| Tabla 08. | Límites para el agregado compuesto de consensuado | 29 |
| Tabla 09. | Clasificación del agregado fino según el módulo de finura | 31 |
| Tabla 10 | Densidad de los agregados en g/cm ³ , según su origen | 32 |
| Tabla 11 | Peso Unitario de los Agregados, t/m ³ | 33 |
| Tabla 12 | Normas técnicas para las distintas propiedades de los agregados | 39 |
| Tabla 13 | Resultado de la granulometría del agregado grueso en la cantera Manuel Olano Constructor | 54 |
| Tabla 14 | Resultado en la granulometría del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito | 55 |
| Tabla 15 | Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Josecito | 55 |
| Tabla 16 | Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor | 56 |
| Tabla 17 | Peso Unitario y Vacíos del agregado grueso de ambas canteras evaluadas | 56 |
| Tabla 18 | Gravedad Específica y Absorción del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor | 57 |
| Tabla 19 | Gravedad Específica y Absorción del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito | 57 |
| Tabla 20 | Resistencia a la Abrasión del agregado grueso de ambas canteras evaluadas | 58 |
| Tabla 21 | Resultados de la granulometría del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor | 59 |
| Tabla 22 | Resultados de la granulometría del agregado fino de la cantera Grupo Josecito | 60 |

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 23 | Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Josecito | 61 |
| Tabla 24 | Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Manuel Olano | 61 |
| Tabla 25 | Peso Unitario y Vacíos del agregado fino de ambas canteras evaluadas | 62 |
| Tabla 26 | Gravedad Específica y Absorción del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor | 62 |
| Tabla 27 | Gravedad Específica y Absorción del agregado fino de la cantera Grupo Josecito | 63 |
| Tabla 28 | Resumen de propiedades del agregado grueso de ambas canteras evaluadas | 64 |
| Tabla 29 | Resumen de propiedades del agregado fino de ambas canteras evaluadas | 65 |
| Tabla 30 | Resumen de ensayo a la compresión cantera Manuel Olano Constructor 14 días | 66 |
| Tabla 31 | Resumen de ensayo a la compresión cantera Grupo Josecito 14 días | 66 |
| Tabla 32 | Resumen de ensayo a la compresión cantera Manuel Olano Constructor 28 días | 67 |
| Tabla 33 | Resumen de ensayo a la compresión cantera Grupo Josecito 28 días | 67 |
| Tabla 34 | Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor | 80 |
| Tabla 35 | Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor | 81 |
| Tabla 36 | Peso unitario y vacíos del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor | 82 |
| Tabla 37 | Gravedad específica y absorción del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor | 83 |
| Tabla 38 | Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor | 84 |
| Tabla 39 | Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor | 85 |
| Tabla 40 | Peso unitario y vacíos del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor | 86 |
| Tabla 41 | Gravedad específica y absorción del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor | 87 |

| | | |
|----------|---|-----|
| Tabla 42 | Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino de la cantera Grupo Josecito | 88 |
| Tabla 43 | Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Grupo Josecito | 89 |
| Tabla 44 | Peso unitario y vacíos del agregado fino de la cantera Grupo Josecito | 90 |
| Tabla 45 | Gravedad específica y absorción del agregado fino de la cantera Grupo Josecito | 91 |
| Tabla 46 | Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito | 92 |
| Tabla 47 | Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito | 93 |
| Tabla 48 | Peso unitario y vacíos del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito | 94 |
| Tabla 49 | Gravedad específica y absorción del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito | 95 |
| Tabla 50 | Resistencia a la Abrasión cantera Manuel Olano | 96 |
| Tabla 51 | Resistencia a la Abrasión cantera Grupo Josecito | 97 |
| Tabla 52 | Resistencia a la compresión 14 días cantera Manuel Olano | 98 |
| Tabla 53 | Resistencia a la compresión 28 días cantera Manuel Olano | 98 |
| Tabla 54 | Resistencia a la compresión 14 días cantera Grupo Josecito | 99 |
| Tabla 55 | Resistencia a la compresión 28 días cantera Grupo Josecito | 99 |
| Tabla 56 | Probeta 01; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano | 100 |
| Tabla 57 | Probeta 02; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano | 101 |
| Tabla 58 | Probeta 03; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano | 102 |
| Tabla 59 | Probeta 01; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano | 103 |
| Tabla 60 | Probeta 02; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano | 104 |
| Tabla 61 | Probeta 03; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano | 105 |
| Tabla 62 | Probeta 01; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito | 106 |
| Tabla 63 | Probeta 02; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito | 107 |
| Tabla 64 | Probeta 03; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito | 108 |
| Tabla 65 | Probeta 01; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito | 109 |
| Tabla 66 | Probeta 02; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito | 110 |
| Tabla 67 | Probeta 03; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito | 111 |
| Tabla 68 | Durabilidad del agregado fino al sulfato se sodio, cantera Manuel Olano | 112 |

| | | |
|----------|---|-----|
| Tabla 69 | Durabilidad del agregado grueso al sulfato se sodio, cantera Manuel Olano | 113 |
| Tabla 70 | Durabilidad del agregado fino al sulfato se sodio, cantera Grupo Josecito | 114 |
| Tabla 71 | Durabilidad del agregado grueso al sulfato se sodio, cantera Grupo Josecito | 115 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Figura 01 | Curva granulométrica | 26 |
| Figura 02 | Mapa del Perú | 41 |
| Figura 02 | Ubicación de Cajamarca en el mapa del Perú | 41 |
| Figura 02 | Mapa de la provincia de Jaén y sus distritos | 41 |
| Figura 02 | Ubicación de la cantera Manuel Olano Constructor | 41 |
| Figura 02 | Ubicación de la cantera Grupo Josecito | 41 |
| Figura 03 | Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano | 100 |
| Figura 04 | Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano | 101 |
| Figura 05 | Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano | 102 |
| Figura 06 | Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano | 103 |
| Figura 07 | Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano | 104 |
| Figura 08 | Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano | 105 |
| Figura 09 | Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito | 106 |
| Figura 10 | Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito | 107 |
| Figura 11 | Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito | 108 |
| Figura 12 | Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito | 109 |
| Figura 13 | Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito | 110 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Figura 14 | Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito | 111 |
| Figura 15 | Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso, cuarteo de la muestra | 117 |
| Figura 16 | Ensayo de análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso, recojo de la muestra en una bandeja para pesarla en balanza electrónica | 118 |
| Figura 17 | Tamizado del agregado grueso y agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 119 |
| Figura 18 | Ensayo de contenido de humedad del agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 120 |
| Figura 19 | Ensayo de peso unitario y vacíos del agregado grueso de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 121 |
| Figura 20 | Ensayo de peso unitario y vacíos del agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 122 |
| Figura 21 | Elaboración de Mezcla de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cantera Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 123 |
| Figura 22 | Elaboración de Mezcla de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ cantera Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 124 |
| Figura 23 | Ensayo de resistencia a la compresión de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito | 125 |

RESUMEN

Las canteras representan la principal fuente de materiales pétreos conocidos como agregados, esenciales en la construcción de obras civiles. En esta investigación, se busca determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados para un concreto de resistencia $f'c$ entre 210 Kg/cm^2 , utilizando los agregados de río de dos canteras específicas: Grupo Josecito en Balsahuaico y Manuel Olano Constructor en Chamaya, ambas en el Distrito y Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. Se realizaron ensayos de laboratorio obteniendo los siguientes resultados para Manuel Olano Constructor: módulo de finura de 6.53, contenido de humedad del 0.91%, gravedad específica de 2,652, y absorción del 1.16%. Por otro lado, la cantera Grupo Josecito presentó un módulo de finura de 6.54, contenido de humedad del 2.62%, gravedad específica de 2,605, y absorción del 2.27%. También se realizaron ensayos de compresión del concreto a los 28 días de curado, con resultados de 255.58 Kg/cm^2 para Manuel Olano Constructor y 230.20 Kg/cm^2 para Grupo Josecito. Se concluye que la resistencia cumple con los estándares de calidad de las normas A.S.T.M., N.T.P. y M.T.C., al igual que las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados para concreto de las canteras estudiadas, lo cual influirá en la mejor resistencia del concreto a utilizar.

Palabras clave: N.T.P., Resistencia a la compresión, cantera, concreto, agregado

ABSTRACT

Quarrying is the main source of stone materials known as aggregates, essential in the construction of civil works. This research aims to determine the physical, mechanical, and chemical properties of aggregates for concrete with a compressive strength of $f'c$ between 210 kg/cm², using river aggregates from two specific quarries: Grupo Josecito in Balsahuaico and Manuel Olano Constructor in Chamaya, both in the District and Province of Jaén, Department of Cajamarca. Laboratory tests were conducted, obtaining the following results for Manuel Olano Constructor: fineness modulus of 6.53, moisture content of 0.91%, specific gravity of 2.652, and absorption of 1.16%. On the other hand, Grupo Josecito quarry presented a fineness modulus of 6.54, moisture content of 2.62%, specific gravity of 2.605, and absorption of 2.27%. Compression tests of the concrete at 28 days of curing were also conducted, with results of 255.58 kg/cm² for Manuel Olano Constructor and 230.20 kg/cm² for Grupo Josecito. It is concluded that the strength meets the quality standards of the A.S.T.M., N.T.P., and M.T.C. norms, as well as the physical, mechanical, and chemical properties of the aggregates for concrete from the quarries studied, which will influence the improved resistance of the concrete to be used.

Keywords: N.T.P., Compressive strength, quarry, concrete, aggregate

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En la construcción de estructuras de concreto se pueden presentar innumerables tipos de fallas y lesiones ocasionados por errores que originan desde el cálculo estructural y los materiales pasando por los procesos constructivos e incluso en la falta de mantenimiento. El tamaño del agregado grueso que ocasiona que en el momento del vaciado de concreto, pueden coincidir piedras del mismo tamaño en un mismo sitio, generando poca presencia de pasta de cemento y, por ende, baja adherencia al acero de refuerzo, generando una superficie frágil, fácil de fallar ante lo solicitud de esfuerzos. (Fernanda Herrera, 2003).

En nuestro país también hay un crecimiento alto de construcciones de concreto y como una de las materias primas son los agregados para concreto, pero en la mayoría de las construcciones se hace uso de estos materiales sin hacer una evaluación de sus propiedades físico – mecánicas, lo que muchas veces atenta con la resistencia así como con la durabilidad del concreto fabricado (OGIE-MVCS, 2019).

En la ciudad de Jaén existen plantas procesadoras de agregados, siendo las más conocidas las plantas denominadas “Manuel Olano” y “Josecito”, las cuales cuentan con sus respectivas canteras cuyo agregado es proveniente del río Marañón; donde no cuentan con estudios de dichos agregados.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la caracterización física, mecánica y químicas de los agregados para concreto de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito en Jaén 2022 con respecto a la norma A.S.T.M.?

1.3. Hipótesis

Las caracterización física, mecánica y química de los agregados para concreto de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito en Jaén 2022; cumplen con las normas A.S.T.M.

1.4. Justificación

La presente investigación es importante para el sector de construcción de la ciudad de Jaén y alrededores que utilizan los agregados producidos por estas empresas, ya que brinda información importante en cuanto a la calidad de los agregados evaluados.

Se realizó los ensayos para determinar las propiedades de los agregados provenientes de las canteras en estudio.

1.5. Delimitación

El agregado grueso y el agregado fino de las canteras Manuel Olano y Grupo Josecito extraídos del río Marañón.

1.6. Objetivos

- **Objetivo General**

Determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados para concreto de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito en Jaén 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Internacionales

Velázquez (2018), en su investigación denominada: "Control de Calidad del Concreto con Métodos Alternativos de Ingeniería" realizada en la ciudad de México, concluyó que varios factores influyen en el incremento de la resistencia del concreto. Uno de los elementos más relevantes podría ser la composición química del cemento, su grado de finura y la relación agua-cemento empleada. Además, otros aspectos como el tipo y calidad de los agregados, el proceso de mezclado, la compactación y el curado adecuado también desempeñan un papel crucial en la calidad y resistencia final del concreto.

Ortega (2013), realizo su proyecto de investigación denominado: “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles”, el autor hace un análisis detallado de la problemática existente en el uso de los agregados sin conocer sus propiedades físicas más importantes, y la incertidumbre de la calidad del concreto fabricado con estos agregados para las construcciones locales. Estos resultados indican que existe suficiente variabilidad entre las propiedades de las tres muestras o canteras, por lo que las dosificaciones del hormigón deben ser realizadas de manera específica para cada tipo de agregado utilizado.

2.1.2. Nacionales

Gonzales (2019), en su proyecto de investigación denominado: “Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro-El Porvenir-Laredo). La Libertad. 2019”, se planteó como problemática la informalidad en la edificación de

viviendas de la ciudad de Trujillo, con énfasis a el desconocimiento de la calidad de los agregados cumpliendo o no con las exigencias establecidas por la Norma Técnica Peruana NTP 400.037:2014; razón por la cual el investigador se formuló como objetivo principal realizar el estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de 3 canteras, y específicamente realizar la caracterización física del agregado, así como el análisis mecánico de los mismos; así mismo diseñó una mezcla de concreto con estos agregados para determinar su resistencia mecánica. Para la ejecución de la investigación se guió por las normas ASTM y NTP según Las propiedades evaluadas, las muestras del material proveniente de la cantera Laredo tienen el menor desgaste con 15 %, mientras que el material proveniente de la cantera el porvenir tiene el mayor desgaste con 32 %, esto influye en la dureza del hormigón obtenido con este material. En cuanto a la resistencia mecánica del hormigón fabricado, el que se elaboró con el agregado de la cantera de Laredo alcanzó la mayor resistencia mecánica a la compresión con 272.00 kg cm^2 , mientras que con el agregado de la cantera El Porvenir la resistencia solo alcanza 210.33 kg cm^2 . Como conclusión se establece que existe una influencia directa entre las características de los agregados y la resistencia mecánica del hormigón fabricado.

Olarte (2017), en su investigación denominado: “estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles”, donde busca con su investigación solucionar la problemática local donde según su estudio se caracteriza por utilizar los agregados y la formulación del concreto de manera empírica, sin tomar en consideración las características de los mismos, formulando dosificaciones en función a la experiencia de los constructores; indica también que en la localidad no se realizan análisis o ensayos para obtener la calidad de los agregados y su exigencia solo es para obras oficiales o grandes. El autor plantea la relación que existe entre la calidad del

agregado y la del concreto obtenido con él, ya que los agregados representan entre el 60 y 80 % de los materiales constituyentes del concreto. Se utilizaron las normas MTC (Manual de ensayo de materiales); asimismo, se utilizaron normas ASTM, ACII y NTP para la ejecución de las pruebas de dosificación al concreto en estado fresco y endurecido. De los resultados se obtuvo que dentro de las propiedades físicas de los agregados, dos canteras tienen módulo de finura de 3.03 y la tercera ligeramente inferior de 2.94; el peso unitario suelto es muy similar para las tres canteras con un promedio de 1.31 g cm^{-3} para el agregado grueso y de 1.63 g cm^{-3} para el agregado fino; en cuanto al peso específico si hay diferencias, siendo el valor más alto de 2.65 g cm^{-3} y el valor más bajo de 2.36 g cm^{-3} ; en cuanto a la propiedad mecánica de abrasión, los resultados fueron muy similares con valores promedios de 40 % de desgaste; en cuanto a la prueba de resistencia mecánica del concreto, se obtuvieron resultados muy similares para la formulación 210 kg cm^{-2} , el valor más alto es de 224.92 kg cm^2 y el valor más bajo es de 219.92 kg cm^2 .

2.1.3. Locales

Villegas (2017), en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para el uso en el diseño de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de la cantera “Río Chinchipe” de la ciudad de San Ignacio”, se enfoca en determinar si los materiales para concreto obtenidos del río Chinchipe cumplen con los estándares necesarios para la elaboración de un concreto con resistencia de 250 kg/cm^2 . Los resultados arrojaron una absorción del 2.28% para el material fino y del 1.02% para el material grueso, un peso específico de 2.69 y 2.70 kg/cm^3 para los materiales fino y grueso respectivamente, un módulo de finura de 2.82 y 6.99 para los materiales fino y grueso respectivamente, y un peso unitario seco compactado de 1.79 y 2.0 kg/cm^3 para los materiales fino y grueso respectivamente, y como propiedad mecánica para el agregado

grueso se obtuvo una abrasión del 11 % de desgaste; de la formulación de mezcla se obtuvo que el concreto fabricado cumplió con la resistencia de más de 250 kg cm².

Hoyos (2013), en su estudio titulado "Análisis de los agregados de la cantera Cruce Chanango en la ciudad de Jaén - Cajamarca", evaluó la idoneidad de estos materiales para la elaboración de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm². Se determinó que el contenido de humedad del agregado fino es del 2,65 % y del agregado grueso es del 1,21 %. La contaminación fue del 5 % para el agregado fino y del 0,51 % para el agregado grueso, mientras que el porcentaje de absorción del agregado fino fue del 2,46 % y del agregado grueso fue del 1,13 %. Además, se realizó un análisis granulométrico que cumplió con los parámetros establecidos por la norma. Con base en estos resultados, se concluyó que los materiales de la cantera Cruce Chanango en la ciudad de Jaén son adecuados para la fabricación de concreto con resistencia a la compresión $f'c= 210$ kg/cm², con una relación A/C= 0,54.

Rivas (2013), en su estudio titulado "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales de la cantera del río Huancabamba-Chamaya para la construcción de edificaciones", clasificó, mediante análisis granulométrico por tamizado del agregado fino según la norma NTP 400.012, dentro del grupo C, indicando que se trata de una arena gruesa. El agregado grueso cumplió con los parámetros especificados en la norma ASTM C-33. El contenido de humedad del agregado fino fue del 3,68 %, con un peso específico de 2,61 g/cm³. En cuanto al agregado grueso, el contenido de humedad fue del 2,04 %, con un peso específico de 2,67 g/cm³. En relación con las propiedades mecánicas, se realizó el ensayo de abrasión, obteniendo un desgaste del 20,6 %, lo que cumple con los parámetros de la norma NTP 400.037. En los ensayos químicos para el agregado fino, se obtuvo un pH de 8,10 y concentraciones de cloruros de 88,1 ppm. Para el

agregado grueso, los resultados fueron similares. Todos estos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Agregados para concreto

Según Metha y Monteiro (2014), indica que los agregados son esenciales en la industria del concreto, influyendo en sus propiedades en estado fresco y endurecido. Por lo general, representan entre el 60% y 80% de la mezcla total de concreto, lo que les permite aportar resistencia y controlar los cambios de volumen durante el fraguado y en presencia de agua.

Según la NTP 400.011 define como agregado “al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados esta normal”.

La NTP 400.037 establece los requisitos que deben cumplir los agregados fino y grueso para su uso en concreto. Estos requisitos garantizan la calidad de los materiales y son aplicables a la mayoría de los concretos utilizados en diferentes proyectos.

2.2.1.1. Clasificación de los agregados para concreto

Rivera (2013) menciona que, a lo largo del tiempo, los agregados han sido clasificados de diversas formas, destacando principalmente según su origen, densidad, tamaño, forma y textura. Además, es importante considerar también la resistencia y la durabilidad de los agregados como criterios adicionales de clasificación.

2.2.1.2. Clasificación según su procedencia u origen

Viene a ser el lugar de extracción del material y a la historia geológica de la región circundante. Estos factores influyen en características como el tamaño, la forma, la cristalización, el tipo y el estado de la roca, así como en la granulometría, redondez, grado de uniformidad y otros aspectos que determinan su idoneidad para su uso.

Agregados naturales

Los agregados naturales provienen de fuentes como depósitos fluviales, glaciares y canteras. Pueden usarse en su estado natural o modificando el tamaño de las partículas según sea necesario. Su origen se remonta a rocas más grandes fragmentadas por procesos naturales o trituración mecánica. Estos materiales se transforman a lo largo del tiempo debido a procesos geológicos internos y externos, como solidificación, meteorización, presión y temperatura, en un ciclo geológico continuo (Rivera, 2013, p. 42).

Agregados artificiales

Este tipo de agregados se obtienen a través de procesos industriales como arcillas expandidas, escorias de altos hornos y limaduras de hierro. En ocasiones, para concretos de baja resistencia, se emplean residuos orgánicos como cascarilla de arroz, palma o café, mezclados con agregados naturales para reducir costos (Gutiérrez de López, 2003).

Su proceso de transformación proviene de materiales naturales, los cuales dichos elementos secundarios tienen un tratamiento adicional para ser utilizados en la elaboración de hormigón. Estos tipos de materiales constituyen la escoria de altos hornos, hormigón reciclado, micro-sílice, etc. Los cuales pueden ser: piedra triturada, arcilla expandida, áridos reciclados y residuos de ladrillos. (Rivera, 2013)

2.2.1.3. Clasificación según su densidad

Para clasificar los agregados según su densidad, se parte de una característica fundamental del concreto que es su peso unitario, el cual depende del peso específico de los agregados utilizados en su fabricación. La clasificación básica consta de tres categorías: ligero, normal y pesado. Esta clasificación evalúa la capacidad correspondiente de los agregados para producir concretos con diferentes pesos unitarios, pero no considera detalladamente sus características físico-químicas (Jesús & Uribe, 2010).

Rivera (2013) señala que la densidad del concreto, ya sea ligero, normal o pesado, depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros, sean estos agregados naturales o artificiales. Esta distinción es crucial, ya que afecta el tipo de concreto que se desea fabricar. En la Tabla 1 se presentan ejemplos y usos correspondientes.

Tabla 1

Clasificación de los agregados según su densidad

| Tipo de concreto | Masa unitaria aprox. del Ccto kg/m ³ | Masa unitaria agregado kg/m ³ | Ejemplo de utilización | Ejemplo de agregado |
|------------------|---|--|---|--------------------------------------|
| Ultraligero | 500 – 800 | | Concreto para aislamiento | Piedra pómez agregado ultraligero |
| Ligero | 950 – 1350 1450 – 1950 | 480 - 1040 | Rellenos y mampostería no estruct. Ccto. Estructural | Perlita agregado ultraligero |
| Normal | 2250 – 2450 | 1300 - 1600 | Ccto. Estructural y no estructural | Agregado de río o triturado |
| Pesado | 3000 – 5600 | 3400 - 7500 | Ccto. Para proteger de radiación gamma o x, y contrapesos | Hematita, barita, coridón, magnetita |

Fuente: Rivera, 2013

2.2.1.4. Clasificación según su tamaño

La identificación de los materiales para concreto se basa en dividir los agregados en dos fracciones principales, con una frontera nominal de 4.75 mm según la norma ASTM. El agregado fino tiene un tamaño de 0.075-4.75 mm, mientras que el agregado grueso es de 4.75 mm en adelante. La clasificación más común de los agregados se hace según su tamaño, que varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección, conocida como granulometría. La fracción fina, con partículas menores a 4.76 mm, se llama agregado fino, y la fracción gruesa, con partículas mayores a 4.76 mm, se llama agregado grueso (Rivera, 2013).

Los agregados para concreto se clasifican según su tamaño en diversos tipos como arcilla, limo, arena, gravilla, grava, piedra, rajón y piedra bola, según indica Gutiérrez de López (2003). La clasificación detallada por tamaño se presenta en la tabla 2.

Tabla 2

Clasificación de los agregados según su tamaño

| Tamaño de la partícula (mm) | Denominación corriente | Clasificación |
|--|---|-----------------------|
| Pasante del tamiz N° 200 inferior a 0.002 mm Entre 0.002 - 0.074 | Arcilla | Fracción fina o finos |
| Pasante del tamiz N° 4 y retenido en el tamiz N° 200 Entre 4.76mm y 0.074mm | Arena | Agregado fino |
| Retenido en el tamiz N° 4 Entre 4.76mm y 19.1mm (N° 4 y 3/4") Entre 19.1mm y 50.8mm (3/4" y 2") Entre 50.8mm y 152.4mm (2" y 6") Superior a 152.4mm (6") | Gravilla Grava Piedra Rajón, piedra bola | Agregado grueso |

Fuente: Gutiérrez de López, 2003

2.2.1.5. Clasificación según su forma y textura superficial

Según Rivera (2013), la clasificación de las partículas según su forma puede ser redondeadas, irregular, escamosa, angular y alargadas, las que se describen en la tabla 3

Tabla 3

Clasificación de los agregados según la forma de la partícula

| Forma | Descripción | Ejemplo |
|--------------|---|---|
| Redondeadas | Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento. | Grava de río o playa, arena del desierto, playa |
| Irregular | Irregularidad natural, o parcialmente limada por frotamiento y con orillas redondeadas | Otras gravas, pedernales del suelo o excavación. |
| Escamosa | Material en el cual es pequeño en relación a las otras dos dimensiones. | Roca laminada. |
| Angular | Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas. | Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada. |
| Alongadas | Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones. | |

Fuente: Rivera, 2013

2.2.2. Propiedades físicas de los agregados

2.2.2.1. Análisis granulométrico

Se emplea para evaluar la distribución de materiales propuestos o utilizados como agregados. Los resultados se utilizan para verificar si la distribución del tamaño de partículas cumple con los requisitos de la especificación técnica y para controlar la producción de agregados. El objetivo es determinar la distribución de partículas de agregados gruesos y finos en una muestra seca de peso conocido mediante una serie de tamices de abertura cuadrada (MTC 2016).

En el Perú la norma que establece el análisis granulométrico es la NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global y para el ensayo se utiliza una muestra de no menos de 0.30 kilogramos para el material fino y un peso de acuerdo al tamaño máximo nominal

en abertura cuadrada para el material grueso, según lo establecido en la tabla del Manual de Ensayo de Materiales.

Tabla 4

Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

| Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada | | Cantidad mínima de muestra de ensayo |
|--|---------------|---|
| mm | (pulg) | kg |
| 9.5 | 3/8 | 1 |
| 12.5 | 1/2 | 2 |
| 19 | 3/4 | 5 |
| 25 | 1 | 10 |
| 37.5 | 1 ½ | 15 |
| 50 | 2 | 20 |
| 63 | 2 ½ | 35 |
| 75 | 3 | 60 |
| 90 | 3 ½ | 100 |
| 100 | 4 | 150 |
| 125 | 5 | 300 |

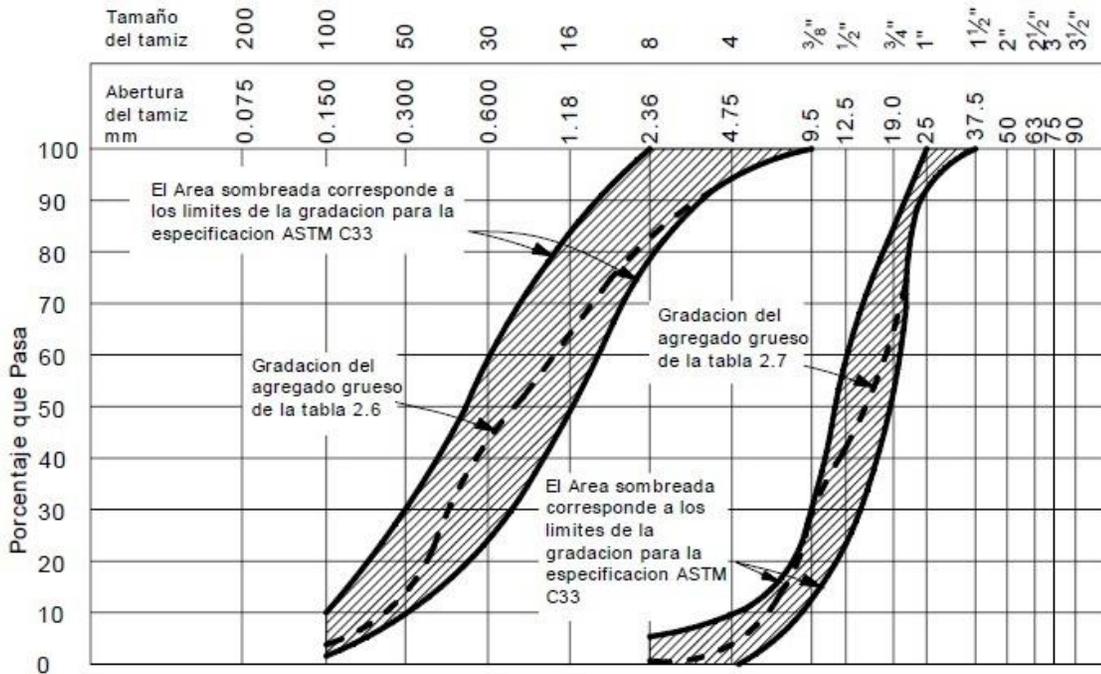
Fuente: MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Curva granulométrica

Se suele utilizar una representación gráfica llamada curva granulométrica o línea de cribado para facilitar la interpretación de los resultados del análisis granulométrico. Esta curva muestra el porcentaje de material que pasa a través de los tamices en función de la abertura de los mismos. En la representación, el eje vertical representa el porcentaje que pasa, con una escala aritmética, mientras que el eje horizontal representa la abertura de los tamices, con una escala logarítmica. (Rivera, 2013).

Figura 1

Curva granulométrica



Fuente: Rivera, 2013

Las áreas sombreadas representan los límites definidos por curvas que indican las tolerancias de gradación permitidas para los diferentes tipos de agregados, tal como se especifica en la norma ASTM C33.

Especificaciones granulométricas

La NTP 400.037 especifica los requisitos de tamaño que el agregado fino debe cumplir para su uso en la fabricación de concreto, los cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 5*Límites que debe cumplir la gradación del agregado fino*

| Tamaño de la malla | Porcentaje que pasa en peso |
|--------------------|-----------------------------|
| 9.52 mm (3/8") | 100 |
| 4.75 mm (N° 4) | 95 a 100 |
| 2.36 mm (N° 8) | 80 a 100 |
| 1.18 mm (N° 16) | 50 a 85 |
| 0.60 mm (N° 30) | 25 a 60 |
| 0.30 mm (N° 50) | 10 a 30 |
| 0.15 mm (N° 100) | 2 a 10 |

Fuente: MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Se sugiere, que entre dos cribas consecutivas (de las especificadas anteriormente) no se retenga más del 45 % del agregado para que la mezcla sea trabajable, cohesiva y presente un buen terminado (Rivera, 2013).

Para el agregado grueso se recomiendan los límites de acuerdo a las calidades establecidas, estos se muestran en siguiente tabla.

Tabla 6*Límites para el agregado grueso según las especificaciones más usadas*

| Tamiz | Agregado N° 3 % Pasa | Agregado N° 4 % PASA | Agregado N° 5 % Pasa |
|-------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2" | 100 | -- | -- |
| 1 ½" | 95 – 100 | 100 | -- |
| 1 | | 95 – 100 | 100 |
| ¾" | 35 – 70 | | 90 – 100 |
| ½" | | 25 – 60 | |
| ⅜" | (10) – (30) | | 20 – 55 |
| N° 4 | 0 – 5 | 0 – 10 | 0 – 10 |
| N° 8 | | 0 – 5 | 0 – 5 |

Fuente: Rivera, 2013

De una manera conjunta, la norma ASTM C 33 establece los límites para los agregados compuestos tanto gruesos y finos, los cuales se verifican en la siguiente tabla.

Tabla 7

| HUSO | Tamaño Nominal | Porcentaje que pasa por los tamices normalizados | | | | | | | | | | | | | |
|------|------------------------------------|--|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | 100mm (4") | 90mm (3 1/2") | 75mm (3") | 63mm (2 1/2") | 50mm (2") | 37.5mm (1 1/2") | 25.0mm (1") | 19.0mm (3/4") | 12.5mm (1/2") | 9.5mm (3/8") | 4.75mm (N°4) | 2.36mm (N°8) | 1.18mm (N°16) | 300µm (N°50) |
| 1 | 90mm a 37.5mm (3 1/2" a 1 1/2") | 100 | 90 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 15 | | 0 a 15 | | | | | | |
| 2 | 63mm a 37.5mm (2 1/2" a 1 1/2") | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | | |
| 3 | 50mm a 25,0 mm (2" a 1") | | | | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | | 0 a 5 | | | | | |
| 357 | 50mm a 25,0 mm (2" a N°4) | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 0 a 30 | | 0 a 5 | | | |
| 4 | 37,5mm a 19,0mm (1 1/2" a 3/4") | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 5 | | 0 a 5 | | | | |
| 467 | 375mm a 4.75mm (11/2" a N° 4) | | | | | 100 | 95 a 100 | | 35 a 70 | | 0 a 30 | 0 a 5 | | | |
| 5 | 25,0 mm a 12,5 mm (1" a 1/2") | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | | | |
| 56 | 25,0mm a 9,5mm (1" a 3/8") | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 57 | 25,0 mm a 4,75mm (1" a N°4) | | | | | | 100 | 95 a 100 | | 25 a 60 | | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 6 | 19,0 mm a 9,5 mm (3/4" a 3/8") | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | | | |
| 67 | 19,0 mm a 4,75 mm (3/4" a N° 4) | | | | | | | 100 | 90 a 100 | | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | | |
| 7 | 12,5mm a 4,75mm (1/2" N° 4) | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | | |
| 8 | 9,5mm a 2,36 mm (3/8" a N°8) | | | | | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 | |
| 89 | 9,5mm a 1,18mm (3/8" a N° 16) | | | | | | | | | 100 | 90 a 100 | 20 a 35 | 5 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 |
| 9 | 4,75mm a 1,18mm (N° 4 a N°.16) | | | | | | | | | | 100 | 85 a 100 | 10 a 40 | 0 a 10 | 0 a 5 |

Nota: Se permitira el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfaccìon de las partes, que aseguren que el material producira concreto de la calidad requerida.

Otra recomendaciòn es la propuesta consensuada por diversos autores, que se brinda en la siguiente tabla.

Tabla 8*Límites para el agregado compuesto de consensuado*

| Tamiz | | Límite de los porcentajes que pasan los siguientes tamaños máximos | | | | | | | | |
|--------|------|--|-----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| Pulg. | mm | 90.6mm (3 1/2") | 76.1mm (3 ") | 64.0mm (2 1/2") | 50.8mm (2") | 38.1mm (1 1/2") | 25.4mm (1") | 19.0mm (3/4") | 12.7mm (1/2") | 9.51mm (3/8") |
| 3 ½" | 90.6 | 100 | | | | | | | | |
| 3" | 76.1 | 94 - 91 | 100 | | | | | | | |
| 2 ½" | 64 | 89 - 83 | 94 - 91 | 100 | | | | | | |
| 2" | 50.8 | 82 - 73 | 87 - 80 | 92 - 88 | 100 | | | | | |
| 1 ½" | 38.1 | 74 - 62 | 78 - 68 | 83 - 75 | 90 - 85 | 100 | | | | |
| 1" | 25.4 | 64 - 50 | 68 - 55 | 72 - 60 | 78 - 68 | 87 - 80 | 100 | | | |
| 3/4" | 19 | 58 - 42 | 62 - 47 | 65 - 51 | 71 - 58 | 78 - 68 | 90 - 85 | 100 | | |
| 1/2" | 12.7 | 50 - 34 | 53 - 37 | 57 - 41 | 62 - 47 | 68 - 55 | 78 - 68 | 87 - 80 | 100 | |
| 3/8" | 9.51 | 45 - 29 | 48 - 32 | 51 - 35 | 56 - 40 | 62 - 47 | 71 - 58 | 78 - 68 | 90 - 85 | 100 |
| N° 4 | 4.76 | 36 - 20 | 38 - 22 | 40 - 24 | 44 - 27 | 48 - 32 | 56 - 40 | 62 - 47 | 71 - 58 | 78 - 68 |
| N° 8 | 2.36 | 28 - 13 | 30 - 15 | 32 - 16 | 34 - 18 | 38 - 22 | 44 - 27 | 48 - 32 | 55 - 40 | 61 - 46 |
| N° 16 | 1.18 | 22 - 9 | 23 - 10 | 25 - 11 | 27 - 13 | 30 - 15 | 34 - 18 | 38 - 22 | 44 - 27 | 48 - 32 |
| N° 30 | 600μ | 17 - 6 | 18 - 7 | 20 - 8 | 21 - 9 | 23 - 10 | 27 - 13 | 30 - 15 | 34 - 19 | 38 - 22 |
| N° 50 | 300μ | 14 - 4 | 14 - 4 | 15 - 5 | 17 - 8 | 18 - 7 | 21 - 9 | 23 - 10 | 27 - 13 | 30 - 15 |
| N° 100 | 150μ | 11 - 3 | 11 - 3 | 12 - 4 | 13 - 4 | 14 - 5 | 17 - 6 | 18 - 7 | 21 - 9 | 23 - 10 |

Fuente: Rivera, 2013

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal

El tamaño máximo del agregado en el concreto se determina principalmente por consideraciones económicas, ya que el uso de agregados más grandes generalmente requiere menos agua y cemento. El tamaño máximo de un agregado se define como el menor tamaño de malla a través del cual todo el agregado debe pasar, mientras que el tamaño máximo nominal es el menor tamaño de malla a través del cual la mayoría del agregado debe pasar. La malla de tamaño máximo nominal puede retener entre el 5 % y el 15 % del agregado, dependiendo del tamaño de la malla.

La selección del tamaño máximo del agregado también depende de la forma y tamaño de los elementos de concreto, así como de la cantidad y distribución del refuerzo de acero. Por lo general, el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe exceder: 1. Un quinto de la dimensión más pequeña del elemento de concreto; 2. Tres cuartos del espaciamiento libre entre las barras de refuerzo; 3. Un tercio del peralte de las losas. Estas especificaciones garantizan que el concreto tenga la resistencia y durabilidad adecuadas para su aplicación. (Polanco, 2012).

Módulo de finura

Según Carrasco (2018) indica que, el módulo de finura es un concepto que indica la textura, grosor o finura de un material, pero no proporciona información sobre la distribución de tamaños de partículas. Es posible que dos agregados con diferentes distribuciones granulométricas tengan el mismo módulo de finura. Abrams define el módulo de finura como el valor obtenido al dividir por 100 la suma acumulada de los porcentajes retenidos en los 10 tamices de la serie normal (NPT), que van desde 75 mm (3") hasta 150 μm (N° 100).

Según Rivera (2013), recomienda que, se puede calcular el módulo de finura para cualquier material, pero se recomienda hacerlo específicamente para el agregado fino, clasificándolo según los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 9

Clasificación del agregado fino según el módulo de finura

| Módulo de finura | Agregado fino |
|-------------------------|---------------------------|
| Menor que 2,00 | Muy fino o extra fino |
| 2,00 - 2,30 | Fino |
| 2,30 - 2,60 | Ligeramente fino |
| 2,60 - 2,90 | Mediano |
| 2,90 - 3,20 | Ligeramente grueso |
| 3,20 - 3,50 | Grueso |
| Mayor que 3,50 | Muy grueso o extra grueso |

Fuente: Rivera, G. (2013). *Tecnología del concreto*. In Civilgeeks (Ed.)

2.2.2.2. Densidad y peso específico

La densidad de la grava se determina utilizando el Principio de Arquímedes para calcular su volumen y también para medir su porcentaje de absorción. Estos datos son útiles en el diseño de mezclas de concreto y se expresan en g/cm^3 o kg/m^3 (Polanco, 2012).

Rivera (2013), indica que el agregado presenta poros permeables e impermeables, requiriendo una definición cuidadosa de densidad. La densidad relativa absoluta excluye poros y se define como la relación entre el peso del material sólido y el peso de un volumen igual de agua destilada. Se pulveriza el material para eliminar la porosidad y determinar esta densidad, que no es relevante para la tecnología del hormigón, sino para medir la porosidad. Las partículas del agregado incluyen masa, poros permeables (saturables) y poros impermeables (no saturables), lo que resulta en tres densidades: real, nominal y aparente. La densidad aparente se emplea en el cálculo de mezclas, asumiendo que el material se satura primero. La densidad aparente saturada se calcula con material saturado y superficialmente seco, mientras que la densidad aparente seca se obtiene con material seco.

La densidad aparente del agregado fino se halla de acuerdo al ensayo que consiste en tomar cierta cantidad del material en estado S.S.S, se coloca en un matraz (o probeta) con agua y se determina su masa luego se pone a secar hasta masa constante; por diferencia de masas y con base en el volumen desalojado se determina la densidad aparente.

En la siguiente tabla se muestra el rango de densidad del los agregados según su origen :

Tabla 10

Densidad de los agregados en g/cm^3 , según su origen

| Tipo de agregado | Densidad |
|-------------------------|-----------------|
| Areniscas | 2.5 - 2.6 |
| Silíceos | 2.5 - 2.8 |
| Calcáreos | 2.6 - 2.7 |
| Granitos | 2.6 - 2.7 |
| Basaltos | 2.7 - 3.0 |

Fuente: Carrasco, Fm. (2018). *Rocas y agregados para hormigones*.

2.2.2.3. Peso volumétrico

El peso volumétrico, también conocido como peso unitario o densidad en masa, de un agregado se refiere al peso necesario para llenar un recipiente de volumen unitario específico. Este volumen incluye tanto los agregados como los espacios vacíos entre las partículas. En un concreto de peso normal, el peso volumétrico de un agregado varía generalmente entre 1,200 kg/m^3 y 1,760 kg/m^3 (Ortega Castro, 2013).

Tabla 11*Peso Unitario de los Agregados, t/m³*

| Material | Humedad | PUV suelto | PUV compactado |
|--------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|
| Rodados silíceos 19-5 mm | Seco o húmedo | 1.46 - 1.57 | 1.59 - 1.62 |
| Rodados silíceos 38-5 mm | Seco o húmedo | 1.52 - 1.65 | 1.67 - 1.80 |
| Granito, PP 19-5 mm | Seco o húmedo | 1.36 - 1.46 | 1.52 - 1.65 |
| Granito, PP 38-5 mm | Seco o húmedo | 1.41 - 1.54 | 1.60 - 1.73 |
| Arena silícea | 0.00 % | 1.44 - 1.60 | 1.52 - 1.65 |
| Arena silícea | 0.70 % | 1.36 - 1.52 | -- |
| Arena silícea | 5.00 % | 1.17 - 1.31 | -- |
| Arena silícea | 11.00 % | 1.36 - 1.52 | -- |

Fuente: Carrasco, 2018

2.2.2.4.Humedad

El contenido de humedad de un agregado se refiere a la cantidad de agua presente en el material en un momento específico. Cuando se expresa como un porcentaje de la muestra seca (obtenida en una estufa), se conoce como porcentaje de humedad, el cual puede ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Dado que los agregados suelen estar naturalmente húmedos y su contenido de agua puede variar con las condiciones climáticas, es fundamental determinar regularmente el contenido de humedad para ajustar correctamente las proporciones de la mezcla (ASTM D 2216).

Según Ortega (2013) acuerdo al estado de humedad los agregados pueden encontrarse en la situación de:

- ❖ **Estado Seco (S):** La humedad del agregado se elimina por completo al someterlo a un proceso de secado en una estufa a 105 °C hasta que alcance un peso constante. Durante

este proceso, los poros permeables quedan vacíos, lo cual es una condición común en un entorno de laboratorio.

- ❖ **Seco al aire:** No hay presencia de humedad en la superficie y los poros permeables están parcialmente ocupados por agua. Esta condición es común en la naturaleza y representa un estado intermedio entre el seco y el saturado, además de la superficie seca.
- ❖ **Saturado y superficie seca (SSS):** No existe humedad superficial y los poros se encuentran llenos de agua.
- ❖ **Superficie húmeda y Saturado (SSH):** Hay una capa de agua en la superficie y los poros están saturados. Este es un estado natural.

Según la NTP 339.185 nos brinda el procedimiento para determinar la humedad de un material . Este procedimiento se lleva a cabo antes de iniciar con la mezcla de concreto, con el fin de hacer los ajustes en la cantidad de agua de mezclado. El cálculo se realiza con la siguiente fórmula.

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} X100 = \frac{\text{Peso.de.agua}}{\text{Peso.de.gravas.secas}} X100$$

Fuente: NTP 339.185

2.2.2.5.Absorción

Según Carrasco (2018), la absorción “es la máxima cantidad de agua que el agregado puede retener. Se calcula mediante la medición del aumento de peso de una muestra seca en un horno después de estar sumergida en agua durante 24 horas. Se expresa como el incremento de peso con respecto al peso de la muestra seca, presentado en porcentaje” (p.22). Este parámetro debe

determinarse conforme a las normas NTP 400.021 y NTP 400.022 para controlar la cantidad de materiales en la mezcla y establecer las masas correctas de cada uno.

Dependiendo de la cantidad de agua presente en el agregado, este puede agregar o quitar agua a la mezcla de concreto dado que se considera que el agregado está saturado y el agua extra reacciona con el cemento (Rivera, 2013). Si la humedad del agregado supera su capacidad de absorción, el material contiene agua adicional y la libera a la mezcla; pero si la humedad del agregado es inferior a su capacidad de absorción, el agregado absorberá agua de la mezcla para alcanzar la saturación. Este proceso es fundamental para determinar la cantidad de agua en la mezcla y mantener la proporción adecuada de agua y cemento.

2.2.2.6. Forma de las partículas

Según Carrasco (2018), la forma y textura de las partículas del agregado afectan más al concreto fresco que al endurecido. Partículas rugosas, angulares o alargadas requieren más agua que las lisas, redondeadas y compactas. Las angulares también necesitan más cemento para la misma relación agua-cemento. Con una granulometría adecuada, los agregados triturados y no triturados suelen ofrecer la misma resistencia, manteniendo constante el cemento. Los agregados angulares o con granulometría deficiente pueden dificultar el bombeo. La adherencia aumenta al sustituir partículas lisas por ásperas y angulares, lo que debe considerarse al seleccionar el agregado para alta resistencia.

Se determina de acuerdo con la norma NTP 400.040, la cual establece los procedimientos para identificar partículas planas y/o alargadas.

Según Carrasco (2018), la clasificación de la forma de las partículas se definen como:

- ❖ **Redondeada:** Partículas desgastadas por el agua o frotamiento, como la grava de río o la arena de playa, que ofrecen una superficie más suave y redondeada, adecuada para la resistencia al desgaste en el concreto.
- ❖ **Irregular:** Partículas con formas naturales irregulares, o parcialmente desgastadas, que pueden ofrecer una mayor adherencia en el concreto fresco.
- ❖ **Escamosa:** Material con dimensiones desproporcionadas, donde el espesor es pequeño en comparación con el largo y ancho, lo que puede afectar la resistencia y durabilidad del concreto.
- ❖ **Angular:** Partículas con bordes bien definidos y caras planas, como las rocas trituradas, que pueden mejorar la resistencia mecánica del concreto pero pueden afectar su trabajabilidad.
- ❖ **Elongadas:** Partículas generalmente angulares en las que la longitud es considerablemente mayor que las otras dimensiones, lo que puede afectar la trabajabilidad y la resistencia del concreto, especialmente en presencia de altas cargas o esfuerzos.

2.2.2.7. Equivalente de arena y agregados finos

La determinación de arcillas y partículas desmenuzables en el agregado fino, según la norma NTP 400.015, se realiza para evaluar la cantidad de finos que pueden afectar la calidad del concreto. Este procedimiento se basa en las diferencias de densidades de las sustancias finas presentes en las arenas. Un exceso de arcillas y partículas desmenuzables puede aumentar la cantidad de pasta necesaria para la mezcla de concreto, lo que puede afectar negativamente su resistencia y durabilidad. Por otro lado, una cantidad adecuada de finos puede mejorar la

trabajabilidad y la cohesión de la mezcla, siempre y cuando no se exceda el límite establecido por la norma.

2.2.3. Propiedades mecánicas de los agregados

2.2.3.1. Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión de los agregados es crucial para evaluar la degradación de los minerales en gradaciones normalizadas. Este proceso implica acciones como la abrasión, impacto y trituración en un tambor de acero con esferas, específicas según la gradación. En el concreto endurecido, los agregados con buena resistencia a la abrasión pueden aumentar la durabilidad y resistencia al desgaste en aplicaciones de alta abrasión. Además, esta propiedad es fundamental para prever el comportamiento del concreto en ambientes con alta exposición a la abrasión, como pavimentos de alto tránsito o estructuras sometidas a impactos mecánicos constantes. Por tanto, la evaluación de la resistencia a la abrasión de los agregados es un aspecto clave en el diseño y la durabilidad de las estructuras de concreto (Rivera, 2013).

Los agregados con buena resistencia a la abrasión pueden aumentar la durabilidad y resistencia al desgaste del concreto endurecido en aplicaciones de alta abrasión. Esta propiedad es fundamental para prever el comportamiento del concreto en ambientes con alta exposición a la abrasión, como pavimentos de alto tránsito o estructuras sometidas a impactos mecánicos constantes.

El procedimiento para evaluar la resistencia a la abrasión de los agregados se realiza según la norma técnica peruana NTP 400.019, la cual detalla los pasos a seguir. Esta norma establece un límite máximo de desgaste por abrasión del 40%.

2.2.4. Propiedades químicas de los agregados

2.2.4.1. Durabilidad del agregado al sulfato de sodio

La prueba de desgaste por sulfatos evalúa la desintegración de los agregados gruesos y finos mediante soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, sumergiendo la muestra durante 16 a 18 horas. Posteriormente, se seca en un horno y se repite este proceso para obtener los ciclos necesarios. Esta prueba ofrece información sobre la resistencia de los agregados a las condiciones climáticas, especialmente cuando se carece de datos sobre su comportamiento real. Es importante tener en cuenta que los resultados pueden variar significativamente según la sal utilizada, por lo que se deben establecer límites precisos en las especificaciones que incluyan estos ensayos (Rivera, 2013)

Este proceso se conoce como un ciclo; para los agregados utilizados en concretos o morteros, las especificaciones requieren 5 ciclos. Las pérdidas máximas permitidas, determinadas según la granulometría del material, son las siguientes según (Rivera, 2013) se detallan a continuación:

- Agregado fino: Sulfato de sodio Pérdida máxima = 10 %
Sulfato de magnesio Pérdida máxima = 15 %
- Agregado grueso: Sulfato de sodio Pérdida máxima = 12 %
Sulfato de magnesio Pérdida máxima = 18 %

2.2.5. Normas técnicas que regulan las propiedades de los agregados para concreto

Las normas NTP, ASTM y MTC proporcionan los procedimientos para determinar y controlar la calidad de los agregados, abordando aspectos como la granulometría, la resistencia a la abrasión, la absorción de agua, entre otros. Estas normativas son fundamentales en la industria de la construcción, ya que garantizan que los agregados utilizados cumplan con los estándares de

calidad requeridos para la elaboración de concretos y morteros de alta resistencia y durabilidad.

En la tabla siguiente se detallan las normativas específicas que se deben seguir para cada tipo de análisis de agregados.

Tabla 12

Normas técnicas para las distintas propiedades de los agregados

| Propiedad del agregado | Norma ASTM | NTP | Norma MTC |
|---|--------------------------------|-------------------|------------------|
| Muestreo del agregado | ASTM D3665 | NTP 400.010:2015 | MTC E 210 |
| Análisis granulométrico | ASTM C136, C33 | NTP 400.012:2013 | MTC E 204 |
| Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto) | ASTM C637-98, C332, C331, C330 | NTP. 400.011:2013 | |
| Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados. | ASTM C29 | NTP 400.017:2011 | MTC E 203 |
| Método de ensayo normalizado para determinar materiales que pasan por el Tamiz normalizado 75 um (N° 200) por lavado en agregados. | ASTM C117 | NTP. 400.018:2013 | MTC E 202 |
| Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en Agregados Gruesos de Tamaño menores por abrasión e impacto | ASTM C131 | NTP. 400.019:2002 | MTC E 207 |
| Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en Agregados Gruesos de Tamaño Grande por abrasión e impacto | ASTM C535 | NTP. 400.020:2002 | MTC E 207 |
| Método de ensayo normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso | ASTM C127 | NTP. 400.021:2002 | MTC E 206 |
| Método de ensayo normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino | ASTM C128 | NTP. 400.022:2002 | MTC E 205 |
| Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto) | ASTM C99 | NTP. 400.037:2002 | |
| Resistencia del Desgaste en Agregados Gruesos de Gran Tamaño por Medio de la Máquina de los Ángeles | ASTM C535 | NTP. 400.020:2002 | MTC E 207 |
| Peso Unitario Compactado | ASTM C29 | NTP. 400.017:2011 | MTC E 203 |
| Peso Unitario Suelto | ASTM C29 | NTP. 400.017:2011 | MTC E 203 |
| Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global | ASTM C136, C33 | NTP. 400.012:2013 | MTC E 204 |
| Contenido de humedad | ASTM C128 | NTP. 400.022:2002 | MTC E 215 |
| Impurezas orgánicas | ASTM C637-98, C332, C331, C330 | NTP. 400.011:2013 | |
| Partículas friables | ASTM C142 | NTP. 400.015:2013 | MTC E 212 |
| Durabilidad al sulfato de sodio | ASTM C88 | NTP. 400.016:2011 | MTC E 209 |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | ASTM C88 | NTP. 400.016:2011 | MTC E 209 |
| Equivalente de arena | ASTM C142 | NTP. 400.015:2013 | MTC E 212 |
| Materia orgánica | ASTM C40 | NTP. 400.024:2011 | MTC E 213 |

Fuente: ASOCEM (Asociación de Productores de Concreto, 2014)

2.3. Definición de términos básicos

Agregados para concreto

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011 (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

Concreto

“Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos”. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2009, p.14).

Cantera

Fuente principal de materiales pétreos denominados agregados, los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles. (Jesús y Uribe, 2010).

Caracterización Física

Es la determinación de las propiedades físicas de los agregados para concreto como: análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad, peso unitario y vacíos, gravedad específica y absorción.

Caracterización Mecánica

Determinación de las propiedades mecánicas de los agregados para concreto como: resistencia a la abrasión.

Caracterización Química

Resulta de la determinación de las propiedades químicas de los agregados para concreto como: durabilidad al sulfato de sodio.

a ser; Grupo Josecito, ubicada en el sector del caserío Balsahuaico y Manuel Olano Constructor SAC, ubicada en el Centro Poblado Chamaya; dichas canteras se encuentran distanciadas 7 minutos una de la otra aproximadamente. Las canteras tienen una extensión de entre 10 a 15 ha; las cuales cuentan con patio para material de acopio y procesado.

3.2. Método de Investigación

✓ **Tipo de Investigación**

Aplicativo, porque se orientó a resolver el problema, mediante la elaboración de ensayos de los agregados.

✓ **Nivel de Investigación**

Descriptivo, ya que describe los agregados de las canteras seleccionadas que se obtuvieron mediante ensayos establecidos por las normas vigentes.

✓ **Diseño de Investigación**

No experimental transversal, no se manipulan o alteran deliberadamente las variables.

✓ **Variables**

Las caracterización física, mecánica y química de los agregados para concreto de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito en Jaén 2022.

✓ **Población**

Agregado de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.

✓ **Muestra y Unidad de Análisis**

Muestra

Agregados de las canteras Manuel Olano y Grupo Josecito.

Unidad de Análisis

Caracterización física, mecánica y químicas de los agregados para concreto

3.3. Equipos y Materiales

Equipos

Balanza electrónica, precisión de 0.1g.

Estufa, de tamaño adecuado con temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

Varilla compactadora; lisa redonda de $\frac{5}{8}$ " de diámetro y 24" de longitud.

Recipiente volumétrico cilíndrico; diámetro: 15 cm y altura: 30 cm.

Tamices: 3", $2\frac{1}{2}$ ", 2", $1\frac{1}{2}$ ", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", N° 04, N° 06, N° 08, N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200

Pala de mano o cucharón.

Canastilla metálica.

Fiolas 500 ml.

Máquina de los ángeles

Equipo de compresión

Materiales

Agregado fino y agregado grueso.

Cemento.

Agua.

3.4. Procedimiento

3.4.1. Campo

El trabajo de campo consistió en la obtención de la muestra de agregados de río, teniendo en cuenta las normas **NTP 400.010:2015** y **MTC E 210**.

3.4.2. Laboratorio

Se realizó los ensayos para determinar las principales propiedades físicas y mecánicas de los agregados en estudio, se desarrollaron siguiendo la Normas **NTP, MTC, ASTM**.

3.4.2.1. Análisis Granulométrico por Tamizado (Arena y Grava)

ASTM D-422

Procedimiento:

- Se secó la muestra tomada a temperatura ambiente.
- Se procedió con el cuarteo de la muestra a estudiar.
- Se tomó una parte representativa de dicha muestra y se pasó por la serie de tamices ordenados de mayor a menor; en caso del agregado fino el tamiz N° 3/8" hasta el tamiz N° 200 y para el caso del agregado grueso el tamiz 3" hasta el tamiz N° 4.
- Para evitar el exceso del material pasante en el proceso de cribado, se tomó la malla pasante y una bandeja y tapa para que el proceso sea más práctico y posteriormente colocar dicha muestra a la siguiente malla; si es necesario repetir el proceso la veces que sea conveniente.
- El tamizado o cribado se efectuó de forma manual durante un período adecuado.
- Se determinó; porcentaje retenido parcial (% R.P.), porcentaje retenido acumulado (% R.A.) y el porcentaje que pasa.

- Se dibujó la curva granulométrica

3.4.2.2. Contenido de Humedad (Arena y Grava)

ASTM D - 2216

Procedimiento

- Se hizo un cuarteo manual de la muestra en condiciones naturales del agregado grueso y del agregado fino.
- Se pesó la muestra húmeda.
- Se colocó el material de cada muestra al horno a temperaturas controladas a 110° C. Durante 24 horas.
- Se dejó enfriar a temperatura ambiente por un tiempo prudente.
- Se pesó la muestra seca.
- Se determinó el contenido de humedad

$$W (\%) = (W_w / W_s) / 100$$

3.4.2.3. Peso Unitario (Grava)

ASTM C - 29

Procedimiento

Peso Unitario Suelto (Grava)

- Se secó el material a temperatura ambiente tanto del agregado grueso.
- Se procedió con un cuarteo manual del agregado grueso para reducir el tamaño de la muestra.

- Se peso el recipiente cilíndrico.
- Se determino el volumen del recipiente.
- Se tomó la muestra y se llena con una cuchara, que descarga el agregado desde una altura no mayor de 2” hasta que rebose el recipiente.
- Se eliminó el agregado sobrante con una regla.
- Se repitió dicho ensayo 2 veces más.
- Se registró los pesos con aproximación de 0.5 kg.
- Se procedió a restar el peso del recipiente para solo obtener el peso del material
- Se dividió el peso del material entre el volumen del recipiente.
- Se calculo el peso unitario del agregado grueso.
 - $M = (G - T) / V$
 - Donde:
 - M: Peso unitario del agregado en kg/m^3
 - G: Peso del recipiente más agregado en kg.
 - T: Peso del recipiente en kg.
 - V: Volumen del recipiente

Peso Unitario Compactado (Grava)

- Se colocó la muestra en una cuchara, y se dejó caer la muestra al recipiente a una altura de 2”; hasta que rebose el recipiente.
- Se eliminó el agregado sobrante con una regla.
- Se llenó el recipiente en tres capas, cada capa se compactó con una varilla compactadora de acero lisa cilíndrica de $5/8$ ” con 25 golpes.

- Se repitió dicho ensayo 2 veces más.
- Se registró los pesos con aproximación de 0.5 kg.
- Se procedió a restar el peso del recipiente para solo obtener el peso del material
- Se dividió el peso del material entre el volumen del recipiente.
- Se calculó el peso unitario del agregado grueso:

$$M = (G - T) / V$$

Donde:

M: Peso unitario del agregado en kg/m³

G: Peso del recipiente más agregado en kg.

T: Peso del recipiente en kg.

V: Volumen del recipiente

3.4.2.4. Gravedad Específica y Absorción (Grava y arena)

ASTM C – 127,128

Procedimiento para agregado grueso

Gravedad específica.

- Se realizó el cuarteo para sacar una muestra representativa.
- Se descarto todo el material pasante el tamiz N°4.
- El material retenido en el tamiz N° 4 se procedió a lavar, para descartar el polvo u otras impurezas.
- Se seco el material a temperatura ambiente.
- Luego se sumergió en agua a una temperatura ambiente por un periodo de 24 horas.

- Se removió la muestra del agua y se procedió a rodarla sobre un paño grande y absorbente, hasta que desaparezca toda la película de agua visible.
- Se pesó la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.
- Se preparó la cesta de alambre con la balanza calibrada.
- Después de pesar la muestra y preparar la canastilla se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en cesta de alambre con agua y se anotó su peso en agua.
- Se retiró la muestra de la cesta y se secó en un horno a temperaturas controladas de 110°C durante 24 horas.
- Se retiró del horno, se vuelve a pesar; obteniendo el peso seco de la muestra.
- Con los datos obtenidos se calcula el peso específico de masa, peso específico de masa saturada con superficie seca y el peso específico aparente.

Formulas:

- a) Peso específico de masa (P_{em})

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

- b) Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{eSSS})

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

- c) Peso específico aparente (P_{ea})

$$(P_{eSSS}) = \frac{A}{A - C} * 100$$

Donde:

A: Peso específico de la muestra seca en el aire en gramos

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

C: Peso n el agua de la muestra saturada.

Absorción.

- Se realizó el cuarteo para sacar una muestra representativa.
- Se descartó todo el material pasante el tamiz N°4.
- El material retenido en el tamiz N° 4 se procedió a lavar, para descartar el polvo u otras impurezas.
- Luego se sumergió en agua a una temperatura ambiente por un periodo de 24 horas.
- Se removió la muestra del agua y se procedió a rodarla sobre un paño grande y absorbente, hasta que desaparezca toda la película de agua visible.
- Se pesó la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.
- Se procedió a secar en el horno durante 24 horas a temperatura de 110 °C.
- Se pesó la muestra seca.
- Se calculó el porcentaje de absorción.

Formula:

a) Absorción (A_b)

$$A_b(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca en el aire en gramos

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

Procedimiento para el agregado fino

Gravedad específica.

- Se cuarteó el material fino, tomando una muestra representativa de éste.
- Se colocó la muestra al horno a una temperatura de 110° C.
- Se secó la muestra registrando su peso seco inicial.
- Luego se llenó la muestra en un molde cónico; en 3 capas; cada capa con 25 golpes con una varilla lisa. Este procedimiento se hace hasta obtener el primer desmoronamiento indicando que alcanzó la condición de superficie seca.
- Luego se sumergió la muestra completamente en una fiola de 500 cm³ en agua limpia a temperatura ambiente durante un tiempo especificado de 15 minutos.
- Después de haber saturado la muestra; se retiró del agua eliminando las burbujas adheridas a la superficie de las partículas.
- Se envolvió la muestra en una tela húmeda para evitar la evaporación de agua.
- Se pesó la muestra saturada en agua; registrando su peso saturado en agua.
- Luego se procedió en hacer los cálculos respectivos.

Formulas:

a) Peso específico de masa (Pem)

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

b) Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{eSSS})

$$Pe_{SSS} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

c) Peso específico aparente (P_{ea})

$$P_{ea} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

Donde:

P_{em} : Peso específico de masa

W_0 : Peso en el aire de la muestra secada en el horno en gramos.

V : Volumen de la fiola cm^3

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

Absorción.

- Como se mencionó anteriormente; se tomó la una muestra representativa de material fino.
- Se llevó la muestra al horno a una temperatura de 110°C .
- Se secó la muestra registrando su peso seco inicial.
- Se llenó la muestra en un molde cónico; en 3 capas; cada capa con 25 golpes con una varilla lisa. Este procedimiento se hace hasta obtener el primer desmoronamiento indicando que alcanzó la condición de superficie seca.
- Se sumergió la muestra completamente en una fiola de 500 cm^3 en agua limpia a temperatura ambiente durante un tiempo especificado de 15 minutos; hasta que los finos se saturen completamente.
- Después de haber saturado la muestra; se retiró del agua eliminando las burbujas adheridas a la superficie de las partículas.
- Se pesó la muestra saturada en agua; registrando su peso saturado en agua.

- Luego se procedió en hacer los cálculos respectivos.
 - a) Absorción (Ab)

$$A_b(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

A: Peso de la muestra seca en gramos

B: Peso de la muestra saturada en gramos.

3.4.2.5. Resistencia a la Abrasión

ASTM C – 131 / ASTM C - 535

Procedimiento

- Se cuarteó la muestra para obtener una muestra representativa
- Se realizó el tamizado para obtener los pesos retenidos en las mallas $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ " y N°4.
- Se colocó el peso del material retenido en las mallas $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ " y N°4 a la máquina de los Ángeles; previamente ésta debe tener las 12 esferas de acero dentro de ella.
- Se gira la máquina de los Ángeles a una velocidad constante entre 30 rpm a 33 rpm; hasta poder completar 500 revoluciones.
- Se descargó el material de la máquina y se tamizó por el tamiz N° 12.
- El material retenido en el Tamiz N° 12 se lavó y se secó en el horno a una temperatura de 110° C.
- La muestra lavada libre de finos y sacada en horno, se pesó y se procedió a hacer el cálculo del porcentaje de desgaste.

Formulas:

$$\% \text{ Desgaste} = ((P_a - P_b) / P_a) * 100$$

Donde:

P_a = Peso inicial

P_b = Peso final

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Agregado grueso

4.1.1.1. Análisis Granulométrico por Tamizado

Tabla 13

Resultados de la granulometría del agregado grueso en la cantera Manuel Olano Constructor:

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO EVALUADOS CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA NTP 400.037 (HUSO 7) | | |
|---|------|------------|
| MALLA | | % QUE PASA |
| TAMIZ | mm | |
| 3/4 plg | 19.0 | 100.00% |
| 1/2 plg | 12.5 | 86.20% |
| 3/8 plg | 9.5 | 46.50% |
| N° 4 | 4.75 | 0.02% |
| | | Resultado |
| Módulo de fineza (%) | | 6.53 |
| Tamaño Máximo (malla) | | 3/4" |
| Tamaño Máximo Nominal (malla) | | 1/2" |

En la tabla 13, se confirma que el agregado cumple con los requisitos establecidos en la normativa NTP 400.037. Por otro lado, el módulo de finura del agregado grueso fue de 6.53, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la normativa NTP 400.037.

Tabla 14

Resultados de la granulometría del agregado grueso en la cantera Grupo Josecito:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO EVALUADOS CON LOS
REQUERIMIENTOS DE LA NTP 400.037 (HUSO 7)**

| MALLA | | % QUE PASA |
|-------------------------------|------|------------------|
| TAMIZ | mm | |
| 3/4 plg | 19.0 | 100.00% |
| 1/2 plg | 12.5 | 88.70% |
| 3/8 plg | 9.5 | 45.80% |
| N° 4 | 4.75 | 0.04% |
| | | Resultado |
| Módulo de fineza (%) | | 6.54 |
| Tamaño Máximo (malla) | | 3/4" |
| Tamaño Máximo Nominal (malla) | | 1/2" |

En la tabla 14, se confirma que el agregado cumple con los requisitos establecidos en la normativa NTP 400.037. Por otro lado, el módulo de finura del agregado grueso fue de 6.54, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la normativa NTP 400.037.

Contenido de humedad

Tabla 15

Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Josecito (G.J.)

| N° | Ensayo N° | Muestra | |
|----|--|-------------|-------------|
| | | 1 | 2 |
| 1 | Contenido de Humedad (%) | 2.59 | 2.66 |
| 2 | Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.62 | |

Tabla 16

Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Manuel Olano (M.O.C.)

| N° | Ensayo N° | Muestra | |
|----|-----------------------------------|---------|------|
| | | 1 | 2 |
| 1 | Contenido de Humedad (%) | 0.89 | 0.92 |
| 2 | Contenido de Humedad Promedio (%) | 0.91 | |

En las Tablas 15 y 16, se puede apreciar que el agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor tiene un contenido de humedad bajo siendo su promedio de 0.91, el cual se encuentra de los valores establecidos aceptables por la norma técnica ASTM D-276, que establece como valores de contenido de humedad para agregado grueso el intervalo de 0.5 % a 2.0 %.

4.1.1.2. Peso Unitario

Tabla 17

Peso Unitario y Vacíos del agregado grueso de ambas canteras evaluadas

| N° | Tipo de partículas | Cantera | |
|----|------------------------------------|---------|-------|
| | | M.O.C. | G.J. |
| 1 | Peso Unitario Suelto Seco (gr) | 1,385 | 1,372 |
| 2 | Peso Unitario Compactado Seco (gr) | 1,589 | 1,579 |

En la Tabla 17, se presentan los resultados comparativos del peso unitario

suelto y compactado del agregado grueso proveniente de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito. Este resultado sugiere que el agregado grueso proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor aporta una mayor densidad a la masa final, lo que podría resultar en un mejor desempeño en la construcción de estructuras.

4.1.1.3. Gravedad Específica y Absorción

Tabla 18

Gravedad Específica y Absorción del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor (M.O.C.)

| Nº | Ensayo N° | Resultado |
|----|------------------------|-----------|
| 1 | Gravedad específica | 2.653 |
| 2 | Promedio Absorción (%) | 1.157 |

Tabla 19

Gravedad Específica y Absorción del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito (G.J.)

| Nº | Ensayo N° | Resultado |
|----|------------------------|-----------|
| 1 | Gravedad específica | 2.603 |
| 2 | Promedio Absorción (%) | 2.248 |

En las Tablas 18, se aprecia que el agregado grueso de las cantera Manuel Olano Constructor su porcentaje de absorción es de 1.157 % y un peso específico de 2,653 g/cm³ y en la tabla 19 el agregado grueso de la cantera Grupo Josecito su porcentaje de absorción es de 2.248 % y un peso específico

de 2,603; los cuales en ambos casos los valores se encuentran dentro de lo establecido por la norma técnica ASTM C-128 que establece que los valores del peso específico deben encontrarse entre los valores de 2.40 g/cm³ y 2.90 g/cm³.

En cuanto a la absorción promedio de 1.157 % para la cantera Manuel Olano Constructor y un porcentaje de absorción promedio de 2.248 % para la cantera del Grupo Josecito. El valor de la absorción debe ser menor a 2 % según norma, por lo que el agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor cumple con el requisito, mientras que el agregado grueso de la cantera Grupo Josecito tiene un valor superior, lo que indica que su porcentaje de porosidad es alto, consumiendo mayor cantidad de agua durante el amasado del concreto.

4.1.1.4. Resistencia a la Abrasión

Tabla 20

Resistencia a la abrasión del agregado grueso de ambas canteras evaluadas

| N° | Mediciones | Cantera | |
|----|----------------------------|---------|-------|
| | | M.O.C. | G.J. |
| 1 | Porcentaje de desgaste (%) | 18.20 | 19.70 |

En la Tabla 20, dió como valores de 18.20 % y 19.70 % de desgaste total, valores estos muy por debajo del máximo aceptable que es hasta 50 % según la norma ASTM C 33.

4.1.2. Agregado fino

4.1.2.1. Análisis Granulométrico por Tamizado

Tabla 21

Resultados de la granulometría del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor (M.O.C.)

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO EVALUADOS CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA NTP 400.037 | | |
|--|-----------|-------------------|
| MALLA | | % QUE PASA |
| TAMIZ | mm | |
| 3/8 plg | 9.5 | 100.00% |
| N° 4 | 4.75 | 96.3% |
| N° 8 | 2.36 | 88.3% |
| N° 16 | 1.18 | 72.66% |
| N° 30 | 600 um | 48.60% |
| N° 50 | 300 um | 27.53% |
| N° 100 | 150 um | 14.70% |
| | | Promedio |
| Módulo de Fineza (%) | | 2.54 |
| Tamaño Máximo (malla) | | ¼" |
| Tamaño Máximo Nominal (malla) | | N° 04 |

En la tabla 21, se confirma que el agregado cumple con los requisitos establecidos en la normativa NTP 400.037. Por otro lado, el módulo de finura del agregado fino fue de 2.54, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la normativa NTP 400.037.

Tabla 22

Resultados de la granulometría del agregado fino de la cantera Grupo Josecito (G.J.)

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO EVALUADOS CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA NTP 400.037 | | |
|--|--------|------------|
| MALLA | | % QUE PASA |
| TAMIZ | mm | |
| 3/8 plg | 9.5 | 100.00% |
| N° 4 | 4.75 | 95.6% |
| N° 8 | 2.36 | 87.4% |
| N° 16 | 1.18 | 78.50% |
| N° 30 | 600 um | 64.3% |
| N° 50 | 300 um | 31.30% |
| N° 100 | 150 um | 6.30% |
| | | Resultado |
| Módulo de Fineza (%) | | 2.36 |
| Tamaño Máximo (malla) | | ¼" |
| Tamaño Máximo Nominal (malla) | | N° 04 |

En la tabla 22, se confirma que el agregado cumple con los requisitos establecidos en la normativa NTP 400.037. Por otro lado, el módulo de finura del agregado fino fue de 2.36, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la normativa NTP 400.037.

4.1.2.2. Contenido de humedad

Tabla 23

Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Josecito (G.J.)

| N° | Ensayo N° | Muestra | |
|----|-----------------------------------|---------|-----|
| | | 1 | 2 |
| 1 | Contenido de Humedad (%) | 3.1 | 3.7 |
| 2 | Contenido de Humedad Promedio (%) | 3.42 | |

Tabla 24

Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Manuel Olano (M.O.C.)

| N° | Ensayo N° | Muestra | |
|----|-----------------------------------|---------|-----|
| | | 1 | 2 |
| 1 | Contenido de Humedad (%) | 2.2 | 2.5 |
| 2 | Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.38 | |

En las Tablas 23 y 24, se puede apreciar que el agregado fino de la cantera del Grupo Josecito tiene un contenido de humedad cuyo promedio es de 3.42 y el agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor tiene un contenido de cuyo promedio es de 2.38; para ambos casos dichos valores se encuentra dentro de los límites aceptables según la norma ASTM C 70, que establece el intervalo de 2.0 % a 6.0 % como valores aceptables para el contenido de humedad del agregado fino.

4.1.2.3. Peso Unitario

Tabla 25

Peso Unitario y Vacíos del agregado fino de ambas canteras evaluadas

| N° | Tipo de partículas | Cantera | |
|----|-----------------------------------|---------|-------|
| | | M.O.C. | G.J. |
| 1 | Peso Unitario Suelto Seco (gr) | 1,585 | 1,579 |
| 2 | Peso Unitario Compactado Seco(gr) | 1,663 | 1,652 |

En la Tabla 25, se presentan los resultados comparativos del peso unitario suelto y compactado del agregado fino proveniente de dos canteras: Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito. Este resultado sugiere que el agregado fino proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor aporta una mayor densidad a la masa final, lo que podría resultar en un mejor desempeño en la construcción de estructuras.

4.1.2.4. Gravedad Específica y absorción

Tabla 26

Gravedad Específica y Absorción del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor (M.O.C.)

| N° | Ensayo N° | Muestra |
|----|------------------------|---------|
| 1 | Gravedad específica | 2.587 |
| 2 | Promedio Absorción (%) | 2.056 |

Tabla 27

Gravedad Específica y Absorción del agregado fino de la cantera Grupo Josecito (G.J.)

| N° | Ensayo N° | Muestra |
|-----------|-------------------------------|----------------|
| 1 | Gravedad específica | 2.554 |
| 2 | Promedio Absorción (%) | 3.253 |

En las Tablas 26 y 27, el porcentaje de absorción del agregado fino proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor es de 2.056 % y se encuentra por debajo del valor máximo aceptado que es 3 %; sin embargo, el porcentaje de absorción del agregado fino de la cantera Grupo Josecito es de 3.25 % y se encuentra por encima del valor aceptable.

El peso específico de la cantera Manuel Olano Constructor es de 2.587 g/cm³ y peso específico de la cantera Grupo Josecito es de 2.554 g/cm³; en ambos casos los valores se encuentran dentro de lo establecido por la norma técnica ASTM C-128 que establece que los valores del peso específico deben encontrarse entre los valores de 2.40 g/cm³ y 2.90 g/cm³.

4.2 Resumen de propiedades y evaluación global del agregado

4.2.1 Agregado grueso

Tabla 28

Resumen de propiedades del agregado grueso de ambas canteras evaluadas

| Nº | Propiedad del agregado grueso | Cantera | | Valores admisibles |
|----|---|---------------------|--------|--------------------|
| | | M.O.C. | G.J. | |
| 1 | Módulo de finura | 6.53 | 6.54 | |
| 2 | Huso granulométrico | cumple parcialmente | cumple | Cumple |
| 3 | Contenido de humedad (%) | 0.91 | 2.62 | 0.50 - 2.00 |
| 4 | Peso Unitario y Vacíos (gr) | 1,385 | 1,372 | |
| 5 | Gravedad Específica (g.cm ⁻³) | 2.653 | 2.603 | 2.40 - 2.90 |
| 6 | Absorción (%) | 1.157 | 2.248 | < 2 % |

En la Tabla 28, se muestra en resumen las propiedades del agregado grueso de las canteras evaluadas, podemos establecer en base a los resultados que el agregado grueso proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor es ligeramente superior en casi todas las propiedades del agregado, y por lo tanto sería más recomendable su uso.

Sin embargo, el agregado grueso proveniente de ambas canteras cumple con los requerimientos establecidos por las normas en casi todas las propiedades a excepción de la absorción en donde el agregado de la cantera Grupo Josecito tiene valores mayores a los permitidos.

4.2.2 Agregado fino

Tabla 29

Resumen de propiedades del agregado fino de ambas canteras evaluadas

| N° | Propiedad del agregado grueso | Cantera | | Valores admisibles |
|----|---|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | M.O.C. | G.J. | |
| 1 | Módulo de finura | 2.54 | 2.36 | |
| 2 | Curva granulométrica | cumple parcialmente | cumple parcialmente | Cumple |
| 3 | Contenido de humedad (%) | 2.38 | 3.42 | 2.00 – 6.00 |
| 4 | Peso Unitario y Vacíos (gr) | 1,585 | 1,579 | |
| 5 | Gravedad Específica (g.cm ⁻³) | 2.587 | 2.554 | 2.30 - 2.90 |
| 6 | Absorción (%) | 2.056 | 3.253 | < 3 % |

En la Tabla 29, se muestra el resumen de las propiedades del agregado fino, el agregado fino proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor es superior al agregado fino de la cantera Grupo Josecito en todas las propiedades.

En el porcentaje de absorción la cantera del Grupo Josecito excede a los valores admisibles.

En términos generales el agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor sería la más recomendable para su utilización, ya que el agregado fino de la otra cantera tiene valores que se encuentran fuera de los valores aceptables como es la curva granulométrica y la absorción.

**4.2. Ensayo de Resistencia a la Compresión, 14 días. CANTERA MANUEL OLANO
CONSTRUCTOR y GRUPO JOSECITO**

Tabla 30

*Resumen de ensayo de resistencia a la compresión cantera Manuel Olano
Constructor 14 días*

| N° | Testigo | Resistencia (Kg/cm ²) | | |
|----|---------|-----------------------------------|----------|------------|
| | | Obtenida | Promedio | F'c Diseño |
| 01 | Testigo | 208.97 | 204.56 | 210 |
| 02 | Testigo | 200.19 | | 210 |
| 03 | Testigo | 204.52 | | 210 |

Tabla 31

Resumen de ensayo de resistencia a la compresión cantera Grupo Josecito 14 días

| N° | Testigo | Resistencia (Kg/cm ²) | | |
|----|---------|-----------------------------------|----------|------------|
| | | Obtenida | Promedio | F'c Diseño |
| 01 | Testigo | 189.78 | 190.47 | 210 |
| 02 | Testigo | 192.28 | | 210 |
| 03 | Testigo | 188.68 | | 210 |

En las tablas 30 y 31, se observa que la resistencia promedio alcanzada a los 14 días de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito es de 204.56 kg/cm² y 190.47 kg/cm² respectivamente. Se puede concluir que la resistencia alcanzada por la cantera Manuel Olano es significativamente superior a la del Grupo Josecito. Ambas canteras superan el 90% de la resistencia de diseño según la normativa, lo que demuestra que cumplen con los requisitos establecidos.

**4.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión, 28 días. CANTERA MANUEL OLANO
CONSTRUCTOR y GRUPO JOSECITO**

Tabla 32

*Resumen de ensayo de resistencia a la compresión cantera Manuel Olano
Constructor 28 días*

| Nº | Testigo | Resistencia (Kg/cm ²) | | |
|----|---------|-----------------------------------|----------|--------|
| | | Obtenida | Promedio | Diseño |
| 01 | Testigo | 241.03 | 246.39 | 210 |
| 02 | Testigo | 255.58 | | 210 |
| 03 | Testigo | 242.55 | | 210 |

Tabla 33

Resumen de ensayo de resistencia a la compresión cantera Grupo Josecito 28 días

| Nº | Testigo | Resistencia (Kg/cm ²) | | |
|----|---------|-----------------------------------|----------|--------|
| | | Obtenida | Promedio | Diseño |
| 01 | Testigo | 220.39 | 225.63 | 210 |
| 02 | Testigo | 230.20 | | 210 |
| 03 | Testigo | 226.29 | | 210 |

En las tablas 32 y 33 se observa que la resistencia promedio alcanzada a los 28 días de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito es de 246.39 kg/cm² y 225.63 kg/cm² respectivamente. Se puede concluir que la resistencia alcanzada por la cantera Manuel Olano es significativamente superior a la del Grupo Josecito. Ambas canteras superan el 100% de la resistencia de diseño según la normativa, lo que demuestra que cumplen con los requisitos establecidos

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados para concreto de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito; cumplen con las normas A.S.T.M.
- El agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor se obtuvo; módulo de finura de 6.53, contenido de humedad (%) de 0.91 se encuentra dentro de los valores admisibles de 0.50 – 2.00, gravedad específica (g.cm^{-3}) de 2,652 se encuentra dentro de los valores admisibles de 2.40 – 2.90, absorción (%) de 1.16 donde su valor admisible es de < 2 %, todos estos valores se encuentran dentro de los valores establecidos por las diferentes normas vigentes.
- El agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor se obtuvo; módulo de finura de 2.52, contenido de humedad (%) de 2.38 se encuentra dentro de los valores admisibles de 2.00 – 6.00, gravedad específica (g.cm^{-3}) de 2,586 se encuentra dentro de los valores admisibles de 2.30 – 2.90, absorción (%) de 2.082 donde su valor admisible es de < 3 %, todos estos valores se encuentran dentro de los valores establecidos por las diferentes normas vigentes.
- El agregado grueso de la cantera Grupo Josecito se obtuvo; módulo de finura de 6.54, contenido de humedad (%) de 2.62 se encuentra fuera de los valores admisibles de 0.50 – 2.00, gravedad específica (g.cm^{-3}) de 2,605 se encuentra dentro de los valores admisibles de 2.40 – 2.90, absorción (%) de 2.27 donde su valor admisible es de < 2 %, todos estos valores se encuentran dentro de los valores establecidos por las diferentes normas vigentes; excepto el contenido de humedad.

- El agregado fino de la cantera Grupo Josecito se obtuvo; módulo de finura de 2.36, contenido de humedad (%) de 3.42 se encuentra dentro de los valores admisibles de 2.00 – 6.00, gravedad específica ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) de 2,548 se encuentra dentro de los valores admisibles de 2.30 – 2.90, absorción (%) de 3.348 donde su valor admisible es de < 3 %, todos estos valores se encuentran dentro de los valores establecidos por las diferentes normas vigentes; excepto la absorción.
- A los 28 días de curado de la cantera Manuel Olano Constructor; se obtuvo como resultado $f'c$ entre 210 Kg/cm^2 y 255.58 Kg/cm^2 y la cantera Grupo Josecito $f'c$ entre 210 Kg/cm^2 y 230.20 Kg/cm^2 , tercer testigo 226.29 Kg/cm^2 , como resultado final se encuentran dentro del rango de los valores admisibles de las normas vigentes.
- En cuanto a las propiedades químicas del agregado grueso, el agregado proveniente de la cantera Grupo Josecito tiene un valor de durabilidad frente al sulfato de sodio de un deterioro total de 8.61 % que le confiere mayor durabilidad frente al agregado proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor que tiene un mayor deterioro de 9.13 %. Sin embargo, el valor obtenido en el agregado grueso de ambas canteras se encuentra dentro de los valores establecidos por la norma que es menor a 18 % de deterioro total.
- Las propiedades químicas evaluadas en el agregado fino fueron la durabilidad frente al sulfato de sodio y el contenido de materia orgánica. El agregado fino procedente de la cantera Grupo Josecito tiene mayor durabilidad frente al sulfato de sodio que el agregado proveniente de la cantera Manuel Olano Constructor, ya que se obtuvo un deterioro total del 7.64 % frente al 10.68 % de deterioro total del peso inicial respectivamente. Los valores de las propiedades químicas del agregado fino se

encuentran dentro de los valores aceptables establecidos por las normas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios de los riesgos de utilizar agregados de mala calidad en la ciudad de Jaén.
- Se recomienda realizar estudios de investigación en otras canteras que pertenecen a la provincia de Jaén.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agregados. (2010). *In Concreto* (p. 26).

Alarcon Garcia, J. A. (2020). *Influencia de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad y resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c$ 280 kg.cm-2*. Universidad Nacional de Jaén, Escuela de Ingeniería Civil. Jaén: Repositorio de la UNJ. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/351>

Anaya S., GJ.; Choaca R., R. (2003). *Materiales de construcción*. Universidad Mayor de San Simón.

ASOCEM (Asociación de Productores de Concreto, P.). (2014). *Catálogo Normas Técnicas Peruanas de concreto*. ISSU.

https://issuu.com/trialh/docs/cat__logo_de_normas_de_t__cnicas_pe

Avila, J. (2018). *Ensayo de durabilidad con sulfatos*. Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería. Medellín: Facultad de Ingeniería de la UPB. Obtenido de https://www.academia.edu/31648497/ENSAYO_DE_DURABILIDAD_CON_SULFATOS

Campo Mera, E. (2017). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras Josecito y Manuel Olano y su influencia en la calidad del concreto $f'c$ 250 Kg.cm-2 en la ciudad de Jaén*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingenierías. Jaén: Repositorio de la UNC. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1056/T016_70675649_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carrasco, Fm. (2018). *Rocas y agregados para hormigones*.

<https://civilgeeks.com/2018/06/14/rocas-y-agregados-para-hormigones-concretos/>

Gonzales T., C. (2019). *Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro- El Porvenir-Laredo)*. La Libertad. 2019 [Universidad Nacional de Trujillo].

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/869/browse?value=Gonzales+Ticle%2C+Cabrini+Nelson&type=author>

Gutiérrez de López, L. (2003). *Agregados*. In el concreto y otros materiales para la construcción

- (Segunda Ed, p. 28). Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. http://bdigital.unal.edu.co/6167/5/9589322824_Parte1.pdf
- Jesús, RA., y Uribe A. (2010). *Agregados para concreto*. IMCYC, 6 (Apache/2.4.25 (Debian) Server at www.imcyc.com Port 80), 12.
<http://www.imcyc.com/revista/1998/junio/adregados.htm>
- León, MP., y Ramírez, F. (2010). *Morphological characterization of concrete aggregates by means of image analysis*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 25(2), 215–240.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50732010000200003>
- Manual de ensayo de materiales, Pub. L. N° R.D. No 18-2016-MTC/14, 1272 (2016).
- Núñez Campos, N. (2013). *Evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la cantera del río Huayobamba provincia de San Marcos con fines de uso en la construcción*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. Cajamarca: Repositorio UNC. Obtenido de
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/509/T%20627.13%20N962%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OGIE-MVCS. (2019). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
<http://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica.aspx>
- Olarte B., Z. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles* [Universidad Tecnológica de los Andes].
[http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/100/Tesis-Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/100/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortega C., A. (2013). *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles* [Universidad Técnica de Ambato - Ecuador].
https://www.academia.edu/39279027/universidad_tecnica_de_ambato_facultad_de_ingeneria_civil_y_mecanica_carrera_de_ingenieria_civil_trabajo_de_graduacion_estructurado_de_manera_independiente_previo_a_la_obtencion_del_titulo_de_ingeniero_civil
- Polanco R., A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de concreto (Primera)*. Facultad de Ingeniería - Universidad Autónoma de Chihuahua.
http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pd

f

Ríos O., JP., Olaya M., Y. y Rivera L., GJ. (2017). *Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 16(31), 75–95.

<https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a4>

Rivera, G. (2013). *Tecnología del concreto*. In Civilgeeks (Ed.), Universidad del Cauca (Primera). Civilgeeks.com.

Toirac Corral, J. (2012). Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costos del hormigón. *Ciencia y Sociedad*, XXXVII(3), 293-334. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>

Villegas C., E. (2017). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para el uso en el diseño de concreto $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ de la cantera “Rio Chinchipe” de la ciudad de San Ignacio* [Universidad Nacional de Cajamarca - Perú].

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1094/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAPÍTULO VI

APENDICE

APENDICE 01. Reportes de los análisis realizados

Diseño de Mezcla Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. CANTERA MANUEL OLANO
CONSTRUCTOR (Método ACI)

Paso 01: Cálculo $F'cr$ (Resistencia Promedio Requerida)

Existen 03 métodos para obtener del $F'cr$

Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas

$$F'cr = F'c + 84 \rightarrow F'cr = 210 + 84$$

$$F'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO REQUERIDA (Kg/cm^2)

| $f'c$ | $f'cr$ |
|--------------|------------|
| menos de 210 | $f'c + 70$ |
| 210 a 350 | $f'c + 84$ |
| sobre 350 | $f'c + 98$ |

Paso 02: Selección del Contenido de Aire

Según tabla N° 02

Tenemos:

TMN: $\frac{1}{2}$ " \rightarrow Según tabla \Rightarrow Aire = 2.5%

Paso 03: Selección del Contenido de Agua

Según tabla 01

Con los datos: TMN/Slump 4"

$$\text{Agua} = 216 \text{ lt/m}^3$$

Paso 04: Relación A/C (Resistencia $F'cr$)

Según tabla N° 05

Tenemos

$$F'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

Por interpolación

$$250 \rightarrow 0.62$$

$$294 \rightarrow x \quad \Rightarrow \frac{300 - 250}{300 - 294} = \frac{0.48 - 0.62}{0.48 - x}$$

$$300 \rightarrow 0.55$$

$$X = 0.558\%$$

Paso 05: Cálculo del Contenido del Cemento

Del paso N° 04

$$a/c = 0.558 \rightarrow c = a / 0.558 \Rightarrow 216 / 0.558 = 387.10 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{387.10}{42.5} = 387.10 / 42.5 \Rightarrow 9.11 \text{ bls/ m}^3$$

1 bls cement

Paso 06: Estimación del Contenido de Agregado Grueso

Uso de la tabla N° 04

$$\text{Peso AG} = (b / b_0) * \text{Peso USC}$$

Con los datos

MF af : 2.52 y TMN : ½"

Obtenemos de la $\rightarrow (b / b_0) = 0.57$

$$\text{Peso AG} = 0.57 * 1385 \Rightarrow \text{Peso AG} = 789.45 \text{ Kg}$$

Paso 07: Cálculo del Volumen Absoluto

$$\text{Cemento: } \frac{387.10 \text{ Kg}}{3100 \text{ kg/m}^3} \Rightarrow 0.125 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua : } \frac{216 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} \Rightarrow 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire : } \frac{2.5}{100} \Rightarrow 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol AG : } \frac{789.45 \text{ Kg}}{2680 \text{ Kg/m}^3} \Rightarrow 0.30 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.666 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol AF} = 1 \text{ m}^3 - 0.666 \text{ m}^3 \Rightarrow 0.334 \text{ m}^3$$

Paso 08: Estimación del Contenido de Agregado Fino

$$\text{Peso AF} = \text{Vol AF} * \text{Pe AF}$$

$$\text{Peso AF} = 0.334 * 2640 \text{ Kg/m}^3 \Rightarrow 881.76 \text{ Kg}$$

Paso 09: Ajuste por Humedad de los Agregados

Según fórmula: $\text{Peso Seco} * ((W\% / 100) + 1)$

$$\text{Agregado Fino: } 881.76 * ((2.38/100) + 1) \Rightarrow 902.75 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso: } 789.45 * ((0.91/100) + 1) \Rightarrow 796.63 \text{ Kg}$$

Paso 10: Aporte de Agua a la Mezcla

Según Fórmula $(\%W - \%abs) * \text{Agregado Seco}$

$$100$$

Agregado Fino: $(2.38 - 2.056) * 881.76 \Rightarrow 2.86 \text{ lt}$

$$100$$

Agregado Grueso: $(0.91 - 1.157) * 789.45 \Rightarrow -1.95 \text{ lt}$

$$100$$

$$\Sigma = 0.91 \text{ lt}$$

Paso 11: Agua Efectiva

Agua: $216 \text{ lt} - (0.91) \Rightarrow \text{Agua} = 215.09 \text{ lt}$

Paso 12: Proporcionamiento de Diseño

| Cemento | A. Fino | A. Grueso | Agua |
|-----------------------|-------------|------------|-------------|
| 387.10 kg | 902.75 kg | 796.63 kg | 215 lt |
| Proporción del Diseño | | | |
| 1 | 2.33 | 2.6 | 0.56 |

Diseño de Mezcla Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. GRUPO JOSECITO (Método ACI)

Paso 01: Cálculo $F'cr$ (Resistencia Promedio Requerida)

Existen 03 métodos para obtener del $F'cr$

Cuando no tenemos registro de resistencia de probetas

$$F'cr = F'c + 84 \rightarrow F'cr = 210 + 84$$

$$F'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$$

RESISTENCIA A LA COMPRESION PROMEDIO REQUERIDA (Kg/cm²)

| $f'c$ | $f'cr$ |
|--------------|------------|
| menos de 210 | $f'c + 70$ |
| 210 a 350 | $f'c + 84$ |
| sobre 350 | $f'c + 98$ |

Paso 02: Selección del Contenido de Aire

Según tabla N° 02

Tenemos:

TMN: $\frac{1}{2}$ " \rightarrow Según tabla \Rightarrow Aire = 2.5%

Paso 03: Selección del Contenido de Agua

Según tabla 01

Con los datos: TMN/Slump 4"

Agua = 216 lt/m³

Paso 04: Relación A/C (Resistencia F'cr)

Según tabla N° 05

Tenemos

F'cr = 294 Kg/cm²

Por interpolación

250 → 0.62

$$\begin{array}{l} 294 \rightarrow x \\ 300 \rightarrow 0.55 \end{array} \quad \Rightarrow \frac{300 - 250}{300 - 294} = \frac{0.48 - 0.62}{0.48 - x}$$

X = 0.558%

Paso 05: Cálculo del Contenido del Cemento

Del paso N° 04

a/c = 0.558 → c = a / 0.558 ⇒ 216 / 0.558 = 387.10 Kg

Factor Cemento = $\frac{387.10}{42.5} = 387.10 / 42.5 \Rightarrow 9.11 \text{ bls/ m}^3$

1 bls cement

Paso 06: Estimación del Contenido de Agregado Grueso

Uso de la tabla N° 04

Peso AG = (b / bo) * Peso USC

Con los datos

MF af : 2.36 y TMN : ½"

Obtenemos de la → (b / bo) = 0.59

Peso AG = 0.59*1372 ⇒ Peso AG = 809.48 Kg

Paso 07: Cálculo del Volumen Absoluto

Cemento: $\frac{387.10 \text{ Kg}}{3100 \text{ kg/m}^3} \Rightarrow 0.125 \text{ m}^3$

3100 kg/m³

Agua : $\frac{216 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} \Rightarrow 0.216 \text{ m}^3$

1000 Kg/m³

$$\text{Aire} : \frac{2.5}{100} \Rightarrow 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol AG} : \frac{809.48 \text{ Kg}}{2660 \text{ Kg/m}^3} \Rightarrow 0.30 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.666 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol AF} = 1 \text{ m}^3 - 0.666 \text{ m}^3 \Rightarrow 0.334 \text{ m}^3$$

Paso 08: Estimación del Contenido de Agregado Fino

$$\text{Peso AF} = \text{Vol AF} * \text{Pe AF}$$

$$\text{Peso AF} = 0.334 * 2661 \text{ Kg/m}^3 \Rightarrow 888.77 \text{ Kg}$$

Paso 09: Ajuste por Humedad de los Agregados

Según fórmula: $\text{Peso Seco} * ((W\% / 100) + 1)$

$$\text{Agregado Fino: } 888.77 * ((3.42/100) + 1) \Rightarrow 919.16 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregado Grueso: } 809.48 * ((2.62/100) + 1) \Rightarrow 830.69 \text{ Kg}$$

Paso 10: Aporte de Agua a la Mezcla

$$\text{Según Fórmula } \frac{(\%W - \%abs) * \text{Agregado Seco}}{100}$$

$$\text{Agregado Fino: } \frac{(3.42 - 3.253) * 888.77}{100} \Rightarrow 1.48 \text{ lt}$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{(2.62 - 2.248) * 830.69}{100} \Rightarrow 3.09 \text{ lt}$$

$$\Sigma = 4.57 \text{ lt}$$

Paso 11: Agua Efectiva

$$\text{Agua: } 216 \text{ lt} - (4.57) \Rightarrow \text{Agua} = 211.43 \text{ lt}$$

Paso 12: Proporciónamiento de Diseño

| Cemento | B. Fino | B. Grueso | Agua |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| 387.10 kg | 919.16 kg | 830.69 kg | 211.43 lt |
| Proporción del Diseño | | | |
| 1 | 2.37 | 2.15 | 0.55 |

Tabla 34.

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino de la cantera Manuel Olano
Constructor

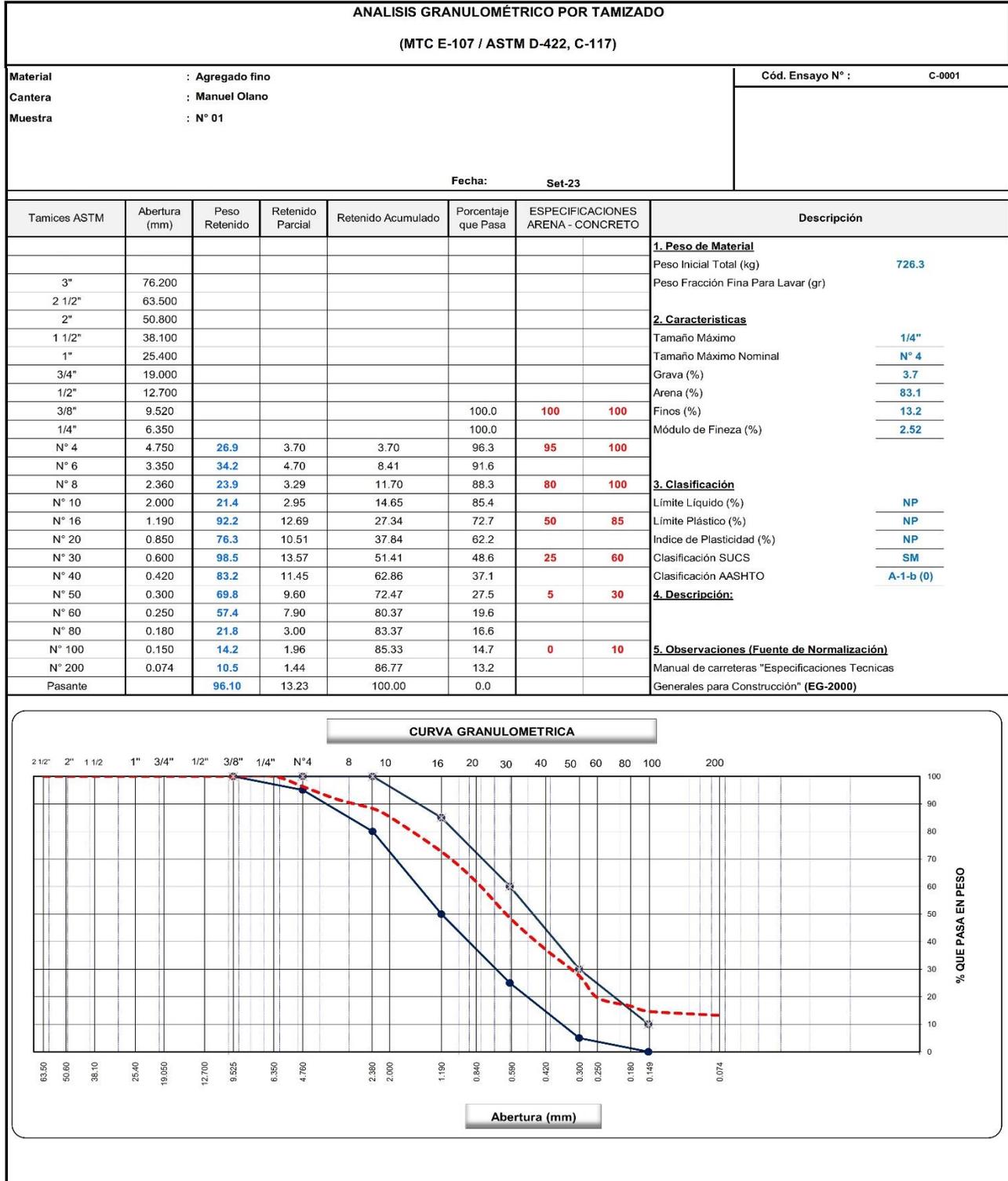


Tabla 36.*Peso unitario y vacíos del agregado fino de la cantera Manuel Olano Constructor.*

| PESO UNITARIO Y VACIOS | | | |
|---|-----------------|-------------------------|----------|
| (MTC E-203 / ASTM C-29) | | | |
| Material | : Agregado fino | Cód. Ensayo N° : | 3 |
| Cantera | : Manuel Olano | | |
| Muestra | : N° 01 | | |
| | Fecha: | Set-23 | |
| 1. AGREGADO FINO | | | |
| <u>1. Contenido de Humedad</u> | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | |
| Peso de tara (gr) | 42.51 | 43.64 | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 271.90 | 246.9 | |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 266.90 | 241.9 | |
| Peso del agua contenida (gr) | 5.0 | 5.0 | |
| Peso de la muestra seca (gr) | 224.4 | 198.3 | |
| Contenido de Humedad (%) | 2.2 | 2.5 | |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.38 | | |
| <u>1. Peso Unitario Suelto</u> | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 15714.0 | 15709 | 15711 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 8404.0 | 8399 | 8401 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³) | 1.585 | 1.584 | 1.585 |
| Peso Unitario Suelto Seco | 1.585 | | |
| <u>1. Peso Unitario Compactado</u> | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 16123.0 | 16118 | 16132 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 8813.0 | 8808 | 8822 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³) | 1.662 | 1.661 | 1.664 |
| Peso Unitario Compactado Seco | 1.663 | | |
| OBSERVACIONES : | | | |

Tabla 37.*Gravedad específica y absorción del agregado fino de la Manuel Olano Constructor.*

| GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-----|--------|--------|--------------------------------|---|----------|
| (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128) | | | | | | | |
| <i>Material</i> : Agregado fino | | | | | <i>Cód. Ensayo N°</i> : C-0004 | | |
| <i>Cantera</i> : Manuel Olano | | | | | | | |
| <i>Muestra</i> : N° 01 | | | | | | | |
| <i>Fecha:</i> Set-23 | | | | | | | |
| DATOS | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr) | gr. | 500.0 | 500.0 | | | |
| B | Peso Frasco + agua | gr. | 683.6 | 654.3 | | | |
| C | Peso Frasco + agua + A (gr) | gr. | 1183.6 | 1154.3 | | | |
| D | Peso del Mat. + agua en el frasco (gr) | gr. | 994.2 | 964.97 | | | |
| E | Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr) | gr. | 189.4 | 189.3 | | | |
| F | Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr) | gr. | 489.8 | 490.1 | | | |
| G | Vol de masa = E - (A - F) (gr) | | 179.2 | 179.4 | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | PROMEDIO |
| H | Pe bulk (Base seca) = F/E | | 2.586 | 2.588 | | | 2.587 |
| I | Pe bulk (Base saturada) = A/E | | 2.640 | 2.641 | | | 2.640 |
| J | Pe aparente (Base Seca) = F/G | | 2.733 | 2.732 | | | 2.733 |
| K | % de absorción = ((A - F)/F)*100 | | 2.082 | 2.030 | | | 2.056 |
| OBSERVACIONES : | | | | | | | |

Tabla 38.

Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor.

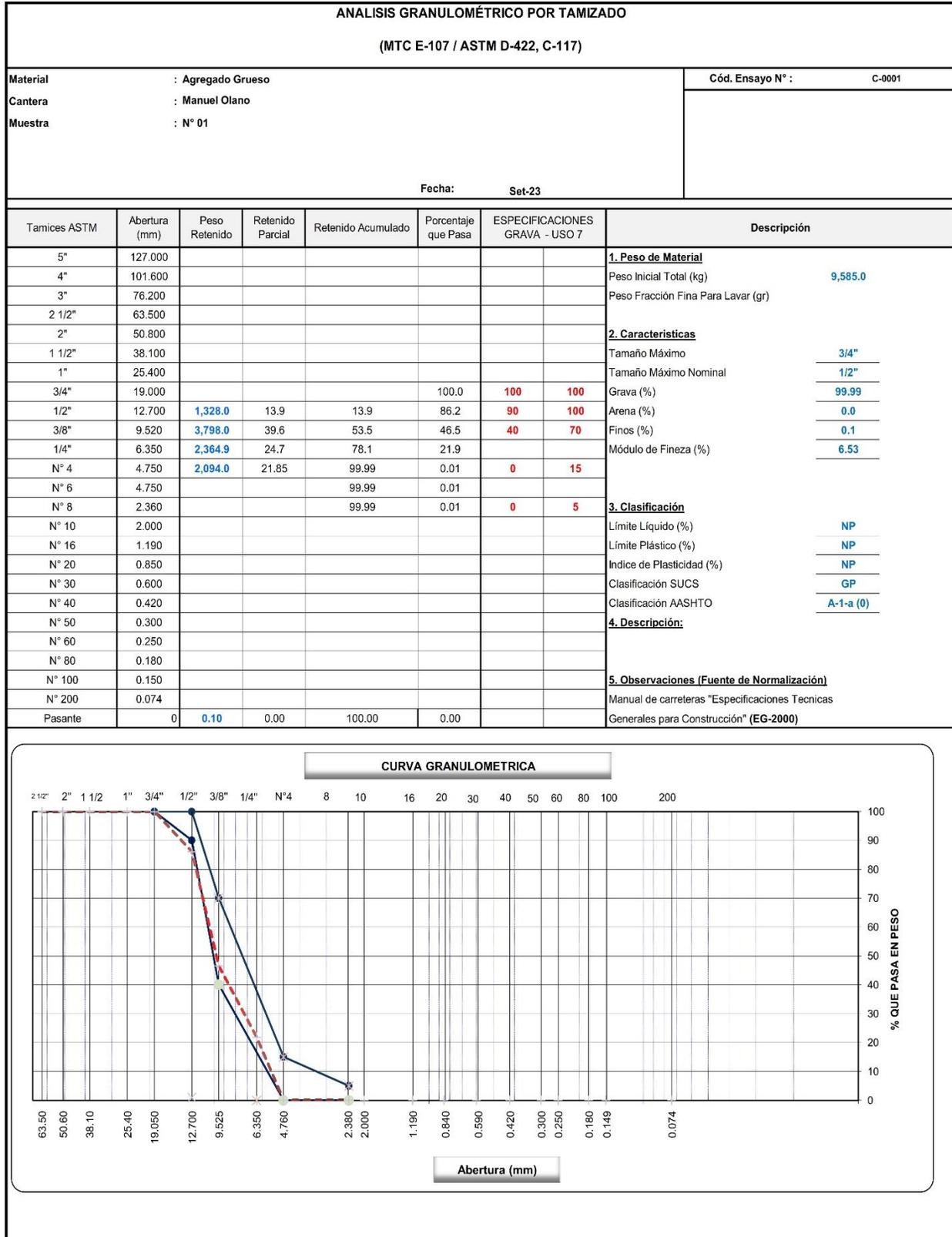


Tabla 40.

Peso unitario y vacíos del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor.

| PESO UNITARIO Y VACIOS | | | |
|--|--------------------------------|----------|----------|
| (MTC E-203 / ASTM C-29) | | | |
| Material : Agregado Grueso | Cód. Ensayo N° : C-0003 | | |
| Cantera : Manuel Olano | | | |
| Muestra : N° 01 | | | |
| Fecha: Set-23 | | | |
| 1. AGREGADO GRUESO | | | |
| 1. Contenido de Humedad | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | |
| Peso de tara (gr) | 71.2 | 72.31 | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 613.9 | 731.52 | |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 609.1 | 725.49 | |
| Peso del agua contenida (gr) | 4.8 | 6.0 | |
| Peso de la muestra seca (gr) | 537.9 | 653.2 | |
| Contenido de Humedad (%) | 0.9 | 0.9 | |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 0.91 | | |
| 1. Peso Unitario Suelto | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 14627.0 | 14660 | 14664 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 7317.0 | 7350 | 7354 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³) | 1.380 | 1.386 | 1.387 |
| Peso Unitario Suelto Seco | 1.385 | | |
| 1. Peso Unitario Compactado | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 15723.0 | 15731 | 15742 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 8413.0 | 8421 | 8432 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³) | 1.587 | 1.588 | 1.591 |
| Peso Unitario Compactado Seco | 1.589 | | |
| OBSERVACIONES : | | | |

Tabla 41.*Gravedad específica y absorción del agregado grueso de la cantera Manuel Olano Constructor.*

| GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN | | | | | | | |
|--|---|-----|--------|-------------------------|---|---|----------|
| (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85) | | | | | | | |
| Material : Agregado Grueso | | | | Cód. Ensayo N° : C-0004 | | | |
| Cantera : Manuel Olano | | | | | | | |
| Muestra : N° 01 | | | | | | | |
| Fecha: Set-23 | | | | | | | |
| DATOS | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) | gr. | 1911.5 | 2427.3 | | | |
| 2 | Peso de la canastilla dentro del agua | gr. | 369.0 | 390.0 | | | |
| 3 | Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua | gr. | 1568.0 | 1913.0 | | | |
| 4 | Peso de la muestra saturada dentro del agua (C) | gr. | 1199.0 | 1523.0 | | | |
| 5 | Peso de la tara | gr. | 503.4 | 501.7 | | | |
| 6 | Peso de la tara + muestra seca | gr. | 2393.0 | 2901.3 | | | |
| 7 | Peso de la muestra seca (A) | gr. | 1889.6 | 2399.6 | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | PROMEDIO |
| 8 | Peso Especifico de masa | | 2.652 | 2.654 | | | 2.653 |
| 9 | Peso Especifico de masa saturada superficie seco | | 2.683 | 2.684 | | | 2.683 |
| 10 | Peso especifico aparente | | 2.736 | 2.737 | | | 2.737 |
| 11 | Porcentaje de absorción | % | 1.16 | 1.15 | | | 1.157 |
| OBSERVACIONES : | | | | | | | |

Tabla 42.

Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino de la cantera Grupo Josecito.

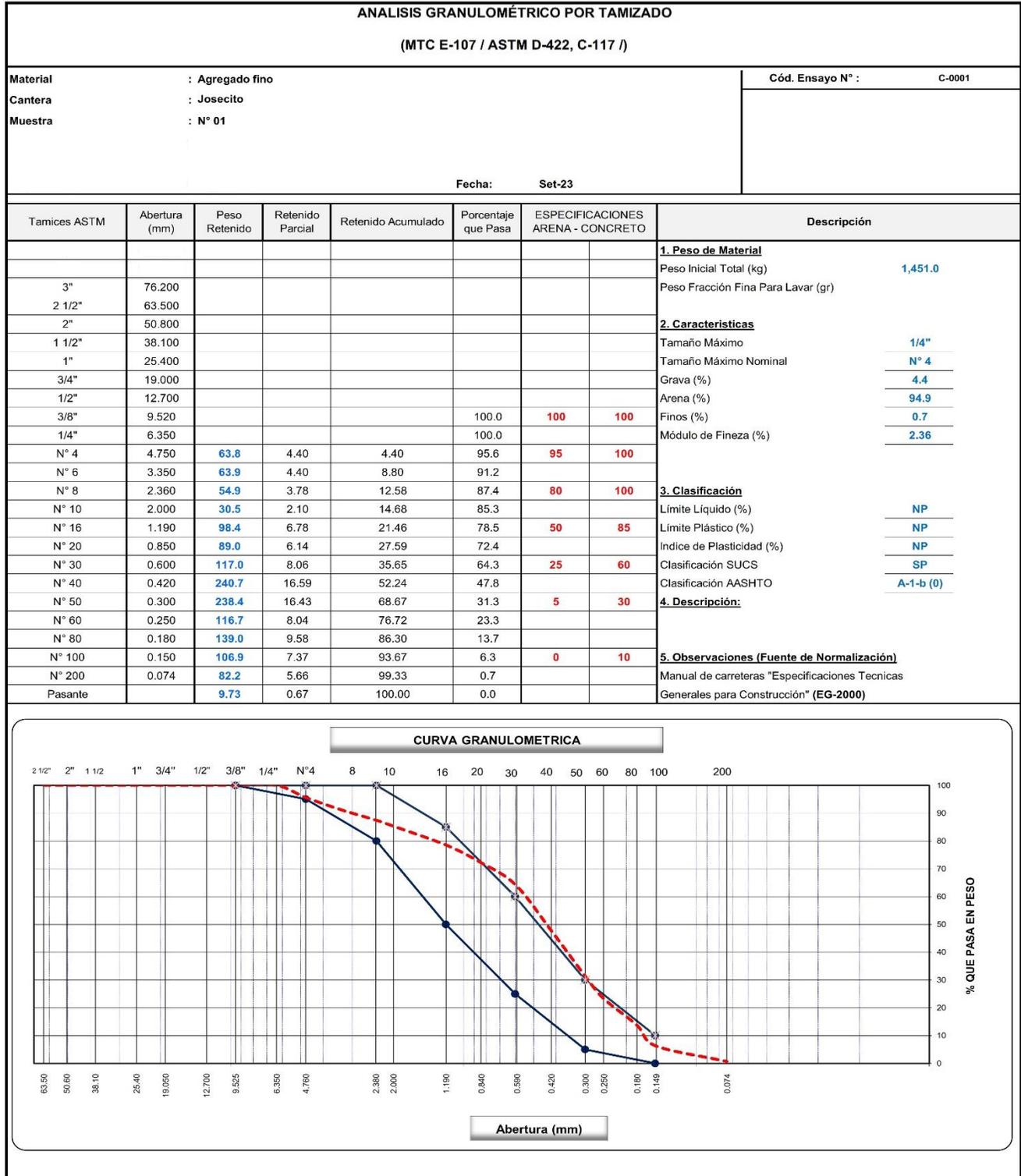


Tabla 44.*Peso unitario y vacíos del agregado fino de la cantera Grupo Josecito.*

| PESO UNITARIO Y VACIOS | | | |
|--|--------------------------------|----------|----------|
| (MTC E-203 / ASTM C-29) | | | |
| Material : Agregado fino | Cód. Ensayo N° : C-0003 | | |
| Cantera : Josecito | | | |
| Muestra : N° 01 | | | |
| Fecha: Set-23 | | | |
| 1. AGREGADO FINO | | | |
| 1. Contenido de Humedad | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | |
| Peso de tara (gr) | 44.91 | 43.79 | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 346.91 | 183.5 | |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 337.72 | 178.5 | |
| Peso del agua contenida (gr) | 9.2 | 5.0 | |
| Peso de la muestra seca (gr) | 292.8 | 134.7 | |
| Contenido de Humedad (%) | 3.1 | 3.7 | |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 3.42 | | |
| 1. Peso Unitario Suelto | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 15673.0 | 15686 | 15679 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 8363.0 | 8376 | 8369 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³) | 1.577 | 1.580 | 1.579 |
| Peso Unitario Suelto Seco | 1.579 | | |
| 1. Peso Unitario Compactado | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 16073.0 | 16068 | 16055 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 8763.0 | 8758 | 8745 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³) | 1.653 | 1.652 | 1.650 |
| Peso Unitario Compactado Seco | 1.652 | | |
| OBSERVACIONES : | | | |

Tabla 45.*Gravedad específica y absorción del agregado fino de la cantera Grupo Josecito.*

| GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN | | | | | | | |
|--|---|-----|--------|--------------------------------|---|---|----------|
| (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85) | | | | | | | |
| Material : Agregado fino | | | | Cód. Ensayo N° : C-0004 | | | |
| Cantera : Josecito | | | | | | | |
| Muestra : N° 01 | | | | | | | |
| Fecha: Set-23 | | | | | | | |
| DATOS | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr) | gr. | 500.0 | 500.0 | | | |
| B | Peso Frasco + agua | gr. | 666.3 | 697.4 | | | |
| C | Peso Frasco + agua + A (gr) | gr. | 1166.3 | 1197.4 | | | |
| D | Peso del Mat. + agua en el frasco (gr) | gr. | 976.5 | 1008.00 | | | |
| E | Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr) | gr. | 189.9 | 189.4 | | | |
| F | Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr) | gr. | 483.8 | 484.7 | | | |
| G | Vol de masa = E - (A - F) (gr) | | 173.7 | 174.1 | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | PROMEDIO |
| H | Pe bulk (Base seca) = F/E | | 2.548 | 2.559 | | | 2.554 |
| I | Pe bulk (Base saturada) = A/E | | 2.634 | 2.640 | | | 2.637 |
| J | Pe aparente (Base Seca) = F/G | | 2.786 | 2.784 | | | 2.785 |
| K | % de absorción = ((A - F)/F)*100 | | 3.348 | 3.157 | | | 3.253 |
| OBSERVACIONES : | | | | | | | |

Tabla 46.

Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito.

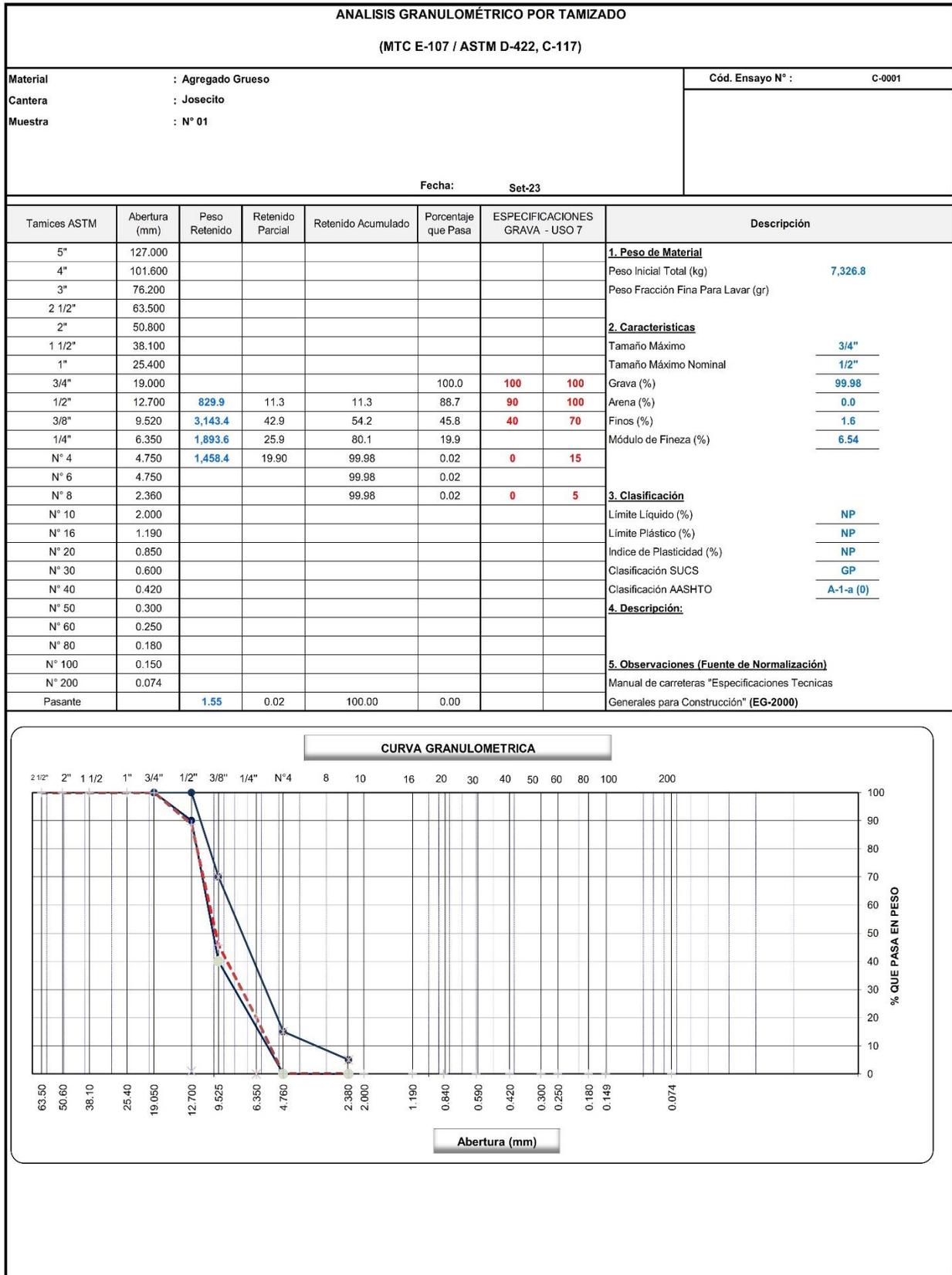


Tabla 48.*Peso unitario y vacíos del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito.*

| PESO UNITARIO Y VACIOS | | | |
|--|-------------------|-------------------------|----------|
| (MTC E-203 / ASTM C-29) | | | |
| Material | : Agregado Grueso | Cód. Ensayo N° : | C-0003 |
| Cantera | : Josecito | | |
| Muestra | : N° 01 | | |
| | Fecha: | Set-23 | |
| 1. AGREGADO GRUESO | | | |
| 1. Contenido de Humedad | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | |
| Peso de tara (gr) | 68.9 | 70.52 | |
| Peso de la tara + muestra húmeda (gr) | 427.9 | 363.96 | |
| Peso de la tara + muestra seca (gr) | 418.9 | 356.37 | |
| Peso del agua contenida (gr) | 9.1 | 7.6 | |
| Peso de la muestra seca (gr) | 349.9 | 285.9 | |
| Contenido de Humedad (%) | 2.6 | 2.7 | |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.62 | | |
| 1. Peso Unitario Suelto | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 14581.0 | 14593 | 14577 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 7271.0 | 7283 | 7267 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Suelto Humedo (kg/cm³) | 1.372 | 1.374 | 1.371 |
| Peso Unitario Suelto Seco | 1.372 | | |
| 1. Peso Unitario Compactado | | | |
| Descripcion | 1 | 2 | 3 |
| Peso del recipiente + muestra (gr) | 15683.0 | 15686 | 15679 |
| Peso del recipiente (gr) | 7310.0 | 7310.0 | 7310.0 |
| Peso de la muestra (gr) | 8373.0 | 8376 | 8369 |
| Volumen (m³) | 5301.4 | 5301.4 | 5301.4 |
| Peso Unitario Compactado Humedo (kg/cm³) | 1.579 | 1.580 | 1.579 |
| Peso Unitario Compactado Seco | 1.579 | | |
| OBSERVACIONES : | | | |

Tabla 49.*Gravedad específica y absorción del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito.*

| GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--------|--------|--------|---|------------------|--------|
| (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128) | | | | | | | |
| Material | : Agregado Grueso | | | | | Cód. Ensayo N° : | C-0004 |
| Cantera | : Josecito | | | | | | |
| Muestra | : N° 01 | | | | | | |
| | | Fecha: | Set-23 | | | | |
| DATOS | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | Peso de la muestra saturada con superficie seca (B) | gr. | 2003.4 | 2163.9 | | | |
| 2 | Peso de la canastilla dentro del agua | gr. | 390.0 | 390.0 | | | |
| 3 | Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua | gr. | 1641.4 | 1739.8 | | | |
| 4 | Peso de la muestra saturada dentro del agua (C) | gr. | 1251.4 | 1349.8 | | | |
| 5 | Peso de la tara | gr. | 504.3 | 503.1 | | | |
| 6 | Peso de la tara + muestra seca | gr. | 2463.3 | 2619.8 | | | |
| 7 | Peso de la muestra seca (A) | gr. | 1959.0 | 2116.7 | | | |
| RESULTADOS | | | | | | PROMEDIO | |
| 8 | Peso Especifico de masa | | 2.605 | 2.600 | | 2.603 | |
| 9 | Peso Especifico de masa saturada superficie seco | | 2.664 | 2.658 | | 2.661 | |
| 10 | Peso específico aparente | | 2.768 | 2.760 | | 2.764 | |
| 11 | Porcentaje de absorción | % | 2.27 | 2.23 | | 2.248 | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | | |

Tabla 50.*Resistencia a la abrasión cantera Manuel Olano Constructor.*

| ABRASION LOS ANGELES | | | | | |
|---|--|--|--|-------------------------|--|
| (MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96) | | | | | |
| MATERIAL : AGREGADO GRUESO | | | | Cód. Ensayo N° : C-0005 | |
| CANTERA : MANUEL OLANO | | | | | |
| FECHA : Set-23 | | | | | |

| Muestra | | | | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------|--------|-------------------|-------|---|---|---|
| Pasa Tamiz | | Retenido en Tamiz | | PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs.) GRADACION | | |
| mm | pulg. | mm | pulg. | A | B | C |
| 37.5 | 1 1/2" | 25.4 | 1" | | | |
| 25 | 1" | 19 | 3/4" | 1250 | | |
| 19 | 3/4" | 12.7 | 1/2" | 1250 | | |
| 12.5 | 1/2" | 9.52 | 3/8" | 1250 | | |
| 9.5 | 3/8" | 6.35 | 1/4" | 1250 | | |
| 6.3 | 1/4" | 4.75 | N° 04 | 1250 | | |
| 4.75 | No 4 | 3.36 | N° 06 | | | |
| Peso Total | | | | 6250 | | |
| Perdida despues del ensayo | | | | 1138 | | |
| Peso Obtenido | | | | 5112 | | |
| N° de Esferas | | | | 12 | | |
| Peso de las Esferas | | | | | | |
| Porcentaje Obtenido | | | | 18.2 | | |

OBSERVACIONES :

Tabla 51.*Resistencia a la abrasión cantera Grupo Josecito.*

| ABRASION LOS ANGELES | | | | | | |
|---|--------|-------------------|-------|---|---|---|
| (MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96) | | | | | | |
| MATERIAL : AGREGADO GRUESO | | | | Cód. Ensayo N° : C-0006 | | |
| CANTERA : JOSESITO | | | | | | |
| FECHA : Set-23 | | | | | | |
| Muestra | | | | 1 | 2 | 3 |
| Pasa Tamiz | | Retenido en Tamiz | | PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs.) GRADACION | | |
| mm | pulg. | mm | pulg. | A | B | C |
| 37.5 | 1 1/2" | 25.4 | 1" | | | |
| 25 | 1" | 19 | 3/4" | 1250 | | |
| 19 | 3/4" | 12.7 | 1/2" | 1250 | | |
| 12.5 | 1/2" | 9.52 | 3/8" | 1250 | | |
| 9.5 | 3/8" | 6.35 | 1/4" | 1250 | | |
| 6.3 | 1/4" | 4.75 | N° 04 | 1250 | | |
| 4.75 | No 4 | 3.36 | N° 06 | | | |
| Peso Total | | | | 6250 | | |
| Perdida despues del ensayo | | | | 1234 | | |
| Peso Obtenido | | | | 5016 | | |
| N° de Esferas | | | | 12 | | |
| Peso de las Esferas | | | | | | |
| Porcentaje Obtenido | | | | 19.7 | | |
| OBSERVACIONES : | | | | | | |

Tabla 52.

Resistencia a la compresión 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

| CANTERA: | | MANUEL OLANO | | | | | | | | | | NORMA: | | NTP 339.034 / ASTM C-39 | | | | | | | |
|--|--------------------------|--|----------------|------------------|---------------|--------------|------------|----------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|--|--|---------------|--|---|---|--|
| FECHA DE ENSAYO : | | viernes, 13 de Octubre de 2023 | | | | | | | | | | FECHA ENSAYO: | | FECHA TOMA DE MUESTRA: | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO EXTRAIDOS Y TRASPORTADOS AL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE .POR ENDE,EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR ALGUNA ALTERACION DE SUS PROPIEDADES QUIMICAS Y MECANICAS DE LOS MISMOS.EL LABORATORIO SOLO HA REALIZADO LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS. | | | | | | | | | | 13/ 10/ 2023 | | 29.09.2023 | | | | | | | |
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA/ ELEMENTO. | FECHA DE TOMA DE MUESTRA | N° DE CILINDRO | DIAS DE CURADO | FECHAS DE ROTURA | DIAMETRO (cm) | ALTUR A (cm) | AREA (cm²) | VOLUME N (cm³) | PESO (gr) | DENSIDA D (gr/ cm³) | CARGA APLICAD A (KN) | CARGA APLICAD A (Kg) | RESISTENCIA A LA FECHA (Kg/ cm²) | | % DE RESISTENCIA MINIMA ESTIMADA SEGÚN LA CANTIDAD DE DIAS | PORCENTAJE CON RESPECTO A f _c DE DISEÑO | TIPO DE FALLA | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | OBTENIDA | DISEÑO | | | | | | | |
| TESTIGOS CILINDRICOS CANTERA MANUAL OLANO | 29/ 09/ 2023 | 1 | 14 | 13/ 10/ 2023 | 15.00 | 30.00 | 176.71 | 5,301.44 | 12096 | 2.282 | 362.14 | 36928.00 | 208.97 | 210 | 85.0% | 99.51% | | | X | | |
| | 29/ 09/ 2023 | 2 | 14 | 13/ 10/ 2023 | 15.20 | 29.90 | 181.46 | 5,425.61 | 12103 | 2.231 | 356.24 | 36326.36 | 200.19 | 210 | 85.0% | 95.33% | | | | X | |
| | 29/ 09/ 2023 | 3 | 14 | 13/ 10/ 2023 | 15.10 | 30.10 | 179.08 | 5,390.27 | 12142 | 2.253 | 359.17 | 36625.14 | 204.52 | 210 | 85.0% | 97.39% | | | | X | |

Tabla 53.

Resistencia a la compresión 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

| CANTERA: | | MANUEL OLANO | | | | | | | | | | NORMA: | | NTP 339.034 / ASTM C-39 | | | | | | | |
|--|--------------------------|--|----------------|------------------|---------------|--------------|------------|----------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|--|--|---------------|---|---|--|--|
| FECHA DE ENSAYO : | | viernes, 13 de Octubre de 2023 | | | | | | | | | | FECHA ENSAYO: | | FECHA TOMA DE MUESTRA: | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO EXTRAIDOS Y TRASPORTADOS AL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE .POR ENDE,EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR ALGUNA ALTERACION DE SUS PROPIEDADES QUIMICAS Y MECANICAS DE LOS MISMOS.EL LABORATORIO SOLO HA REALIZADO LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS. | | | | | | | | | | 13/ 10/ 2023 | | 29.09.2023 | | | | | | | |
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA/ ELEMENTO. | FECHA DE TOMA DE MUESTRA | N° DE CILINDRO | DIAS DE CURADO | FECHAS DE ROTURA | DIAMETRO (cm) | ALTUR A (cm) | AREA (cm²) | VOLUME N (cm³) | PESO (gr) | DENSIDA D (gr/ cm³) | CARGA APLICAD A (KN) | CARGA APLICAD A (Kg) | RESISTENCIA A LA FECHA (Kg/ cm²) | | % DE RESISTENCIA MINIMA ESTIMADA SEGÚN LA CANTIDAD DE DIAS | PORCENTAJE CON RESPECTO A f _c DE DISEÑO | TIPO DE FALLA | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | OBTENIDA | DISEÑO | | | | | | | |
| TESTIGOS CILINDRICOS CANTERA MANUAL OLANO | 29/ 09/ 2023 | 1 | 28 | 27/ 10/ 2023 | 15.10 | 30.20 | 179.08 | 5,408.17 | 12198 | 2.255 | 423.28 | 43162.54 | 241.03 | 210 | >100.00% | 114.77% | X | | | | |
| | 29/ 09/ 2023 | 2 | 28 | 27/ 10/ 2023 | 15.00 | 30.10 | 176.71 | 5,319.11 | 12331 | 2.318 | 442.91 | 45164.24 | 255.58 | 210 | >100.00% | 121.70% | | | X | | |
| | 29/ 09/ 2023 | 3 | 28 | 27/ 10/ 2023 | 15.20 | 30.10 | 181.46 | 5,461.90 | 12190 | 2.232 | 431.61 | 44011.96 | 242.55 | 210 | >100.00% | 115.50% | | X | | | |

Tabla 54.*Resistencia a la compresión 14 días cantera Grupo Josecito.*

| CANTERA: | | JOSECITO | | | | | | | | | | NORMA: | | NTP 339.034 / ASTM C-39 | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--|----------------|------------------|---------------|--------------|------------|----------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|--|--|---------------|---|--|---|--|---|
| FECHA DE ENSAYO : | | viernes, 13 de Octubre de 2023 | | | | | | | | | | FECHA ENSAYO: | | FECHA TOMA DE MUESTRA: | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO EXTRAIDOS Y TRASPORTADOS AL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE. POR ENDE, EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR ALGUNA ALTERACION DE SUS PROPIEDADES QUIMICAS Y MECANICAS DE LOS MISMOS. EL LABORATORIO SOLO HA REALIZADO LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS. | | | | | | | | | | 13/10/2023 | | 29.09.2023 | | | | | | | | |
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA/ ELEMENTO. | FECHA DE TOMA DE MUESTRA | N° DE CILINDRO | DIAS DE CURADO | FECHAS DE ROTURA | DIAMETRO (cm) | ALTUR A (cm) | AREA (cm²) | VOLUME N (cm³) | PESO (gr) | DENSIDA D (gr/ cm³) | CARGA APLICAD A (KN) | CARGA APLICAD A (Kg) | RESISTENCIA A LA FECHA (Kg/ cm²) | | % DE RESISTENCIA MINIMA ESTIMADA SEGÚN LA CANTIDAD DE DIAS | PORCENTAJE CON RESPECTO A f _c DE DISEÑO | TIPO DE FALLA | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | OBTENIDA | DISEÑO | | | | | | | | |
| TESTIGOS CILINDRICOS CANTERA JOSECITO | 29/09/2023 | 1 | 14 | 13/10/2023 | 15.10 | 30.10 | 179.08 | 5,390.27 | 12076 | 2.240 | 333.29 | 33986.11 | 189.78 | 210 | >100.00% | 90.37% | | | | X | | |
| | 29/09/2023 | 2 | 14 | 13/10/2023 | 15.20 | 30.00 | 181.46 | 5,443.75 | 12038 | 2.211 | 342.16 | 34890.60 | 192.28 | 210 | >100.00% | 91.56% | | X | | | | |
| | 29/09/2023 | 3 | 14 | 13/10/2023 | 14.90 | 30.10 | 174.37 | 5,248.42 | 12057 | 2.297 | 322.64 | 32900.12 | 188.68 | 210 | >100.00% | 89.85% | | | | | | X |

Tabla 55.*Resistencia a la compresión 28 días cantera Grupo Josecito.*

| CANTERA: | | JOSECITO | | | | | | | | | | NORMA: | | NTP 339.034 / ASTM C-39 | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--|----------------|------------------|---------------|--------------|------------|----------------|-----------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|--|--|---------------|--|--|---|--|---|
| FECHA DE ENSAYO : | | viernes, 13 de Octubre de 2023 | | | | | | | | | | FECHA ENSAYO: | | FECHA TOMA DE MUESTRA: | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: | | LOS TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO EXTRAIDOS Y TRASPORTADOS AL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE. POR ENDE, EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR ALGUNA ALTERACION DE SUS PROPIEDADES QUIMICAS Y MECANICAS DE LOS MISMOS. EL LABORATORIO SOLO HA REALIZADO LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS. | | | | | | | | | | 13/10/2023 | | 29.09.2023 | | | | | | | | |
| ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTRUCTURA/ ELEMENTO. | FECHA DE TOMA DE MUESTRA | N° DE CILINDRO | DIAS DE CURADO | FECHAS DE ROTURA | DIAMETRO (cm) | ALTUR A (cm) | AREA (cm²) | VOLUME N (cm³) | PESO (gr) | DENSIDA D (gr/ cm³) | CARGA APLICAD A (KN) | CARGA APLICAD A (Kg) | RESISTENCIA A LA FECHA (Kg/ cm²) | | % DE RESISTENCIA MINIMA ESTIMADA SEGÚN LA CANTIDAD DE DIAS | PORCENTAJE CON RESPECTO A f _c DE DISEÑO | TIPO DE FALLA | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | OBTENIDA | DISEÑO | | | | | | | | |
| TESTIGOS CILINDRICOS CANTERA JOSECITO | 29/09/2023 | 1 | 28 | 27/10/2023 | 15.20 | 29.90 | 181.46 | 5,425.61 | 12318 | 2.270 | 392.18 | 39991.22 | 220.39 | 210 | >100.00% | 104.95% | | | | X | | |
| | 29/09/2023 | 2 | 28 | 27/10/2023 | 15.10 | 29.80 | 179.08 | 5,336.54 | 11296 | 2.304 | 404.27 | 41224.06 | 230.20 | 210 | >100.00% | 109.62% | X | | | | | |
| | 29/09/2023 | 3 | 28 | 27/10/2023 | 15.00 | 29.90 | 176.71 | 5,283.77 | 11878 | 2.248 | 392.16 | 39989.18 | 226.29 | 210 | >100.00% | 107.76% | | | | | | X |

Tabla 56.

Probeta 01; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

Área Probeta: 176.71 cm² Altura Probeta: 30 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-01 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-01 | 20 | 33 | 0.00033 | 0.00110 | 11.54 |
| PRO-01 | 40 | 77 | 0.00077 | 0.00257 | 23.08 |
| PRO-01 | 60 | 111 | 0.00111 | 0.00370 | 34.62 |
| PRO-01 | 80 | 132 | 0.00132 | 0.00440 | 46.16 |
| PRO-01 | 100 | 147 | 0.00147 | 0.00490 | 57.71 |
| PRO-01 | 120 | 159 | 0.00159 | 0.00530 | 69.25 |
| PRO-01 | 140 | 171 | 0.00171 | 0.00570 | 80.79 |
| PRO-01 | 160 | 180 | 0.0018 | 0.00600 | 92.33 |
| PRO-01 | 180 | 191 | 0.00191 | 0.00637 | 103.87 |
| PRO-01 | 200 | 198 | 0.00198 | 0.00660 | 115.41 |
| PRO-01 | 220 | 203 | 0.00203 | 0.00677 | 126.95 |
| PRO-01 | 240 | 212 | 0.00212 | 0.00707 | 138.49 |
| PRO-01 | 260 | 219 | 0.00219 | 0.00730 | 150.03 |
| PRO-01 | 280 | 227 | 0.00227 | 0.00757 | 161.58 |
| PRO-01 | 300 | 232 | 0.00232 | 0.00773 | 173.12 |
| PRO-01 | 320 | 240 | 0.0024 | 0.00800 | 184.66 |
| PRO-01 | 340 | 248 | 0.00248 | 0.00827 | 196.20 |
| PRO-01 | 360 | 254 | 0.00254 | 0.00847 | 207.74 |
| PRO-01 | 362.14 | 263 | 0.00263 | 0.00877 | 208.98 |

Figura 03.

Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

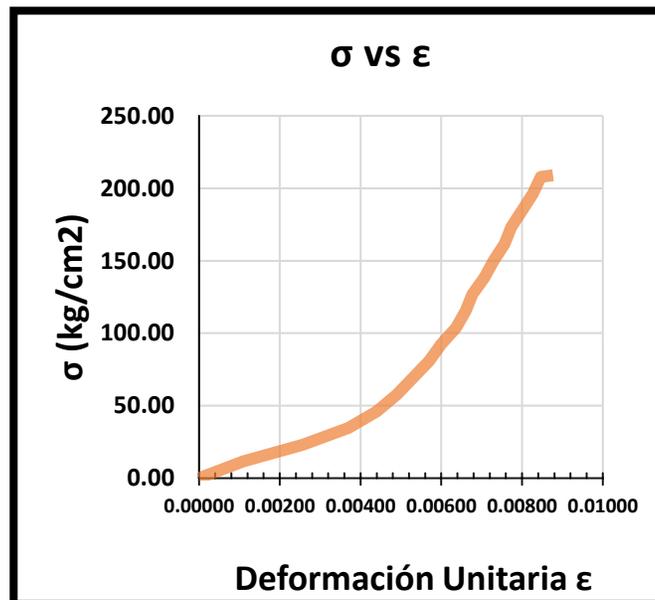


Tabla 57.

Probeta 02; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

Área Probeta: 181.46 cm² Altura Probeta: 29.9 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-02 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-02 | 20 | 35 | 0.00035 | 0.00117 | 11.24 |
| PRO-02 | 40 | 78 | 0.00078 | 0.00261 | 22.48 |
| PRO-02 | 60 | 110 | 0.0011 | 0.00368 | 33.72 |
| PRO-02 | 80 | 130 | 0.0013 | 0.00435 | 44.96 |
| PRO-02 | 100 | 146 | 0.00146 | 0.00488 | 56.20 |
| PRO-02 | 120 | 160 | 0.0016 | 0.00535 | 67.43 |
| PRO-02 | 140 | 172 | 0.00172 | 0.00575 | 78.67 |
| PRO-02 | 160 | 179 | 0.00179 | 0.00599 | 89.91 |
| PRO-02 | 180 | 190 | 0.0019 | 0.00635 | 101.15 |
| PRO-02 | 200 | 196 | 0.00196 | 0.00656 | 112.39 |
| PRO-02 | 220 | 201 | 0.00201 | 0.00672 | 123.63 |
| PRO-02 | 240 | 210 | 0.0021 | 0.00702 | 134.87 |
| PRO-02 | 260 | 220 | 0.0022 | 0.00736 | 146.11 |
| PRO-02 | 280 | 225 | 0.00225 | 0.00753 | 157.35 |
| PRO-02 | 300 | 230 | 0.0023 | 0.00769 | 168.59 |
| PRO-02 | 320 | 238 | 0.00238 | 0.00796 | 179.82 |
| PRO-02 | 340 | 246 | 0.00246 | 0.00823 | 191.06 |
| PRO-02 | 356.24 | 257 | 0.00257 | 0.00860 | 200.19 |

Figura 04.

Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

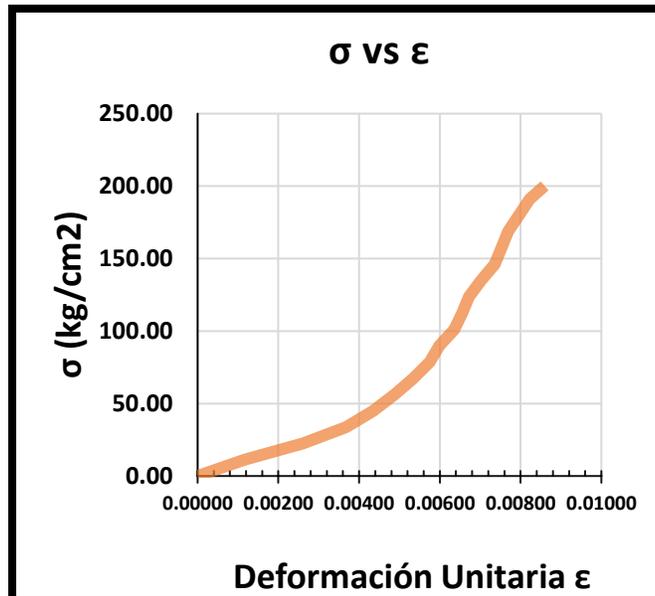


Tabla 58.

Probeta 03; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

Área Probeta: 179.08 cm² Altura Probeta: 30.1 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-03 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-03 | 20 | 37 | 0.00037 | 0.00124 | 11.39 |
| PRO-03 | 40 | 80 | 0.0008 | 0.00268 | 22.78 |
| PRO-03 | 60 | 113 | 0.00113 | 0.00378 | 34.17 |
| PRO-03 | 80 | 135 | 0.00135 | 0.00452 | 45.55 |
| PRO-03 | 100 | 150 | 0.0015 | 0.00502 | 56.94 |
| PRO-03 | 120 | 162 | 0.00162 | 0.00542 | 68.33 |
| PRO-03 | 140 | 175 | 0.00175 | 0.00585 | 79.72 |
| PRO-03 | 160 | 183 | 0.00183 | 0.00612 | 91.11 |
| PRO-03 | 180 | 193 | 0.00193 | 0.00645 | 102.50 |
| PRO-03 | 200 | 200 | 0.002 | 0.00669 | 113.88 |
| PRO-03 | 220 | 206 | 0.00206 | 0.00689 | 125.27 |
| PRO-03 | 240 | 214 | 0.00214 | 0.00716 | 136.66 |
| PRO-03 | 260 | 220 | 0.0022 | 0.00736 | 148.05 |
| PRO-03 | 280 | 226 | 0.00226 | 0.00756 | 159.44 |
| PRO-03 | 300 | 234 | 0.00234 | 0.00783 | 170.83 |
| PRO-03 | 320 | 241 | 0.00241 | 0.00806 | 182.21 |
| PRO-03 | 340 | 250 | 0.0025 | 0.00836 | 193.60 |
| PRO-03 | 359.17 | 260 | 0.0026 | 0.00870 | 204.52 |

Figura 05.

Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.

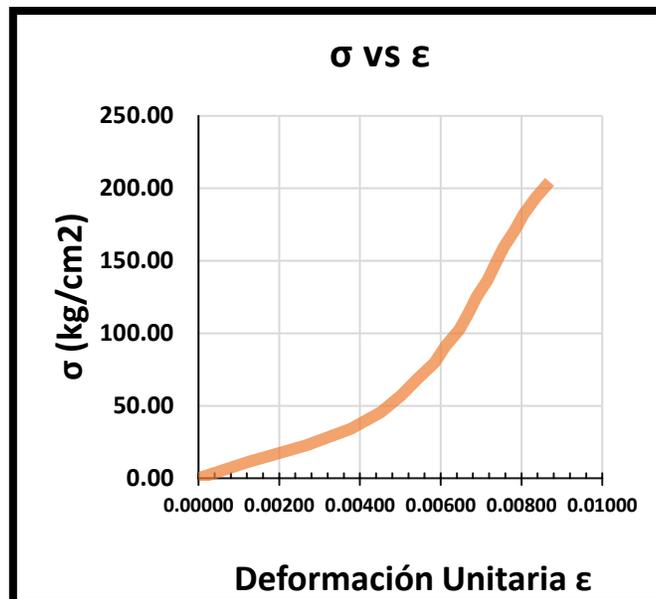


Tabla 59.

Probeta 01; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

Área Probeta: 179.08 cm² Altura Probeta: 30.2 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm2) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|------------|
| PRO-01 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-01 | 20 | 40 | 0.0004 | 0.00132 | 11.39 |
| PRO-01 | 40 | 90 | 0.0009 | 0.00298 | 22.78 |
| PRO-01 | 60 | 131 | 0.00131 | 0.00434 | 34.17 |
| PRO-01 | 80 | 155 | 0.00155 | 0.00513 | 45.55 |
| PRO-01 | 100 | 172 | 0.00172 | 0.00570 | 56.94 |
| PRO-01 | 120 | 188 | 0.00188 | 0.00623 | 68.33 |
| PRO-01 | 140 | 200 | 0.002 | 0.00662 | 79.72 |
| PRO-01 | 160 | 206 | 0.00206 | 0.00682 | 91.11 |
| PRO-01 | 180 | 213 | 0.00213 | 0.00705 | 102.50 |
| PRO-01 | 200 | 221 | 0.00221 | 0.00732 | 113.88 |
| PRO-01 | 220 | 227 | 0.00227 | 0.00752 | 125.27 |
| PRO-01 | 240 | 232 | 0.00232 | 0.00768 | 136.66 |
| PRO-01 | 260 | 235 | 0.00235 | 0.00778 | 148.05 |
| PRO-01 | 280 | 241 | 0.00241 | 0.00798 | 159.44 |
| PRO-01 | 300 | 247 | 0.00247 | 0.00818 | 170.83 |
| PRO-01 | 320 | 252 | 0.00252 | 0.00834 | 182.21 |
| PRO-01 | 340 | 256 | 0.00256 | 0.00848 | 193.60 |
| PRO-01 | 360 | 261 | 0.00261 | 0.00864 | 204.99 |
| PRO-01 | 380 | 266 | 0.00266 | 0.00881 | 216.38 |
| PRO-01 | 400 | 275 | 0.00275 | 0.00911 | 227.77 |
| PRO-01 | 420 | 285 | 0.00285 | 0.00944 | 239.16 |
| PRO-01 | 423.28 | 292 | 0.00292 | 0.00967 | 241.02 |

Figura 06.

Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

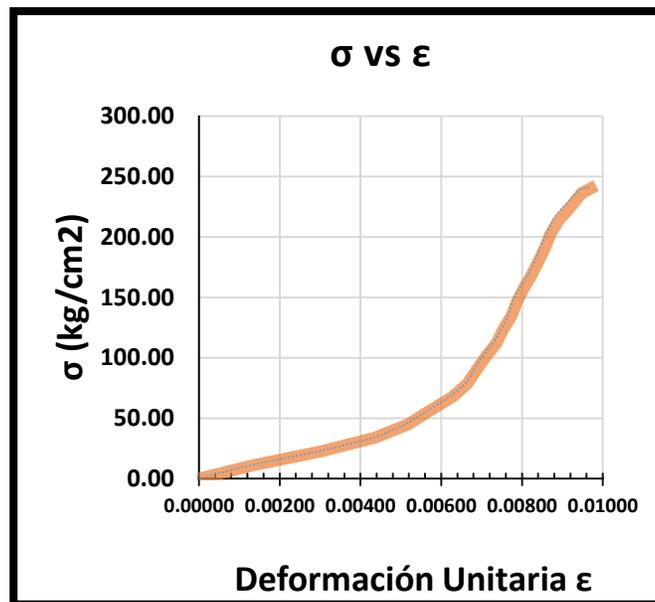


Tabla 60.

Probeta 02; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

Área Probeta: 176.71 cm² Altura Probeta: 30.1 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-02 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-02 | 20 | 42 | 0.00042 | 0.00140 | 11.54 |
| PRO-02 | 40 | 92 | 0.00092 | 0.00306 | 23.08 |
| PRO-02 | 60 | 133 | 0.00133 | 0.00442 | 34.62 |
| PRO-02 | 80 | 157 | 0.00157 | 0.00522 | 46.16 |
| PRO-02 | 100 | 174 | 0.00174 | 0.00578 | 57.71 |
| PRO-02 | 120 | 190 | 0.0019 | 0.00631 | 69.25 |
| PRO-02 | 140 | 201 | 0.00201 | 0.00668 | 80.79 |
| PRO-02 | 160 | 209 | 0.00209 | 0.00694 | 92.33 |
| PRO-02 | 180 | 215 | 0.00215 | 0.00714 | 103.87 |
| PRO-02 | 200 | 223 | 0.00223 | 0.00741 | 115.41 |
| PRO-02 | 220 | 229 | 0.00229 | 0.00761 | 126.95 |
| PRO-02 | 240 | 234 | 0.00234 | 0.00777 | 138.49 |
| PRO-02 | 260 | 238 | 0.00238 | 0.00791 | 150.03 |
| PRO-02 | 280 | 244 | 0.00244 | 0.00811 | 161.58 |
| PRO-02 | 300 | 250 | 0.0025 | 0.00831 | 173.12 |
| PRO-02 | 320 | 255 | 0.00255 | 0.00847 | 184.66 |
| PRO-02 | 340 | 259 | 0.00259 | 0.00860 | 196.20 |
| PRO-02 | 360 | 264 | 0.00264 | 0.00877 | 207.74 |
| PRO-02 | 380 | 271 | 0.00271 | 0.00900 | 219.28 |
| PRO-02 | 400 | 278 | 0.00278 | 0.00924 | 230.82 |
| PRO-02 | 420 | 286 | 0.00286 | 0.00950 | 242.36 |
| PRO-02 | 440 | 294 | 0.00294 | 0.00977 | 253.90 |
| PRO-02 | 442.91 | 301 | 0.00301 | 0.01000 | 255.58 |

Figura 07.

Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

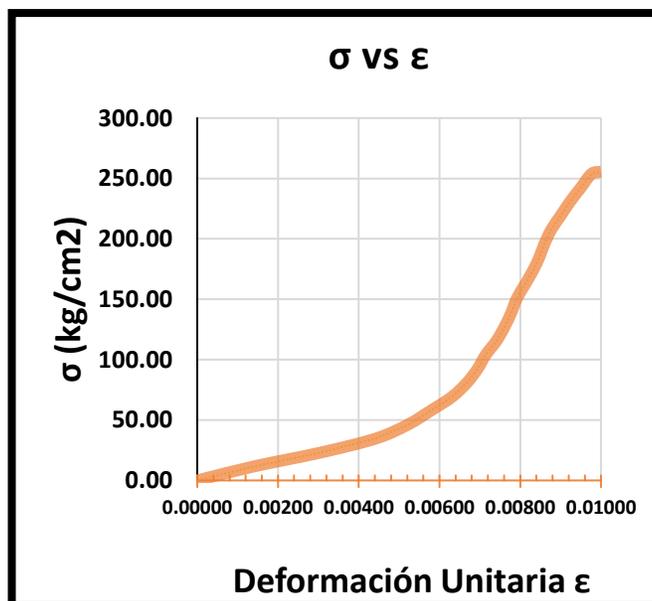


Tabla 61.

Probeta 03; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

Área Probeta: 181.46 cm² Altura Probeta: 30.1 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-03 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-03 | 20 | 41 | 0.00041 | 0.00136 | 11.24 |
| PRO-03 | 40 | 91 | 0.00091 | 0.00302 | 22.48 |
| PRO-03 | 60 | 131 | 0.00131 | 0.00435 | 33.72 |
| PRO-03 | 80 | 156 | 0.00156 | 0.00518 | 44.96 |
| PRO-03 | 100 | 172 | 0.00172 | 0.00571 | 56.20 |
| PRO-03 | 120 | 189 | 0.00189 | 0.00628 | 67.43 |
| PRO-03 | 140 | 200 | 0.002 | 0.00664 | 78.67 |
| PRO-03 | 160 | 207 | 0.00207 | 0.00688 | 89.91 |
| PRO-03 | 180 | 214 | 0.00214 | 0.00711 | 101.15 |
| PRO-03 | 200 | 222 | 0.00222 | 0.00738 | 112.39 |
| PRO-03 | 220 | 227 | 0.00227 | 0.00754 | 123.63 |
| PRO-03 | 240 | 233 | 0.00233 | 0.00774 | 134.87 |
| PRO-03 | 260 | 237 | 0.00237 | 0.00787 | 146.11 |
| PRO-03 | 280 | 242 | 0.00242 | 0.00804 | 157.35 |
| PRO-03 | 300 | 248 | 0.00248 | 0.00824 | 168.59 |
| PRO-03 | 320 | 253 | 0.00253 | 0.00841 | 179.82 |
| PRO-03 | 340 | 258 | 0.00258 | 0.00857 | 191.06 |
| PRO-03 | 360 | 262 | 0.00262 | 0.00870 | 202.30 |
| PRO-03 | 380 | 268 | 0.00268 | 0.00890 | 213.54 |
| PRO-03 | 400 | 277 | 0.00277 | 0.00920 | 224.78 |
| PRO-03 | 420 | 285 | 0.00285 | 0.00947 | 236.02 |
| PRO-03 | 431.61 | 296 | 0.00296 | 0.00983 | 242.54 |

Figura 08.

Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.

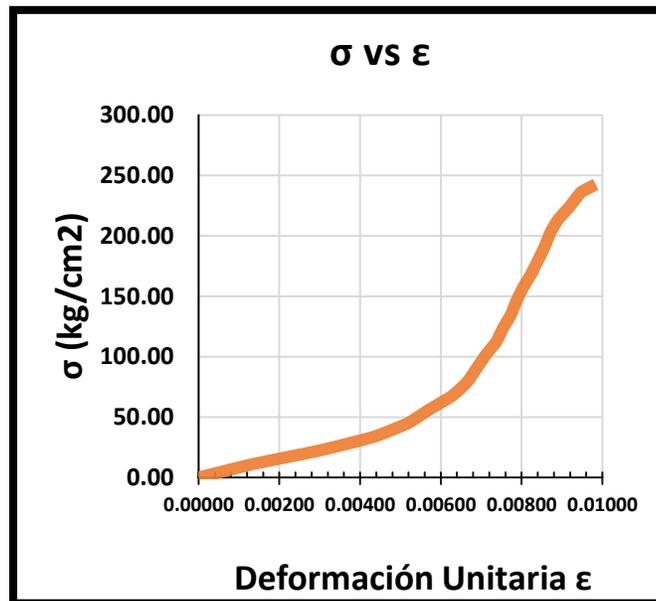


Tabla 62.

Probeta 01; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.

Área Probeta: 179.08 cm² Altura Probeta: 30.1 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ϵ | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|------------|--------------------------------|
| PRO-01 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-01 | 20 | 32 | 0.00032 | 0.00106 | 11.39 |
| PRO-01 | 40 | 74 | 0.00074 | 0.00246 | 22.78 |
| PRO-01 | 60 | 108 | 0.00108 | 0.00359 | 34.17 |
| PRO-01 | 80 | 130 | 0.0013 | 0.00432 | 45.55 |
| PRO-01 | 100 | 146 | 0.00146 | 0.00485 | 56.94 |
| PRO-01 | 120 | 159 | 0.00159 | 0.00528 | 68.33 |
| PRO-01 | 140 | 169 | 0.00169 | 0.00561 | 79.72 |
| PRO-01 | 160 | 180 | 0.0018 | 0.00598 | 91.11 |
| PRO-01 | 180 | 188 | 0.00188 | 0.00625 | 102.50 |
| PRO-01 | 200 | 196 | 0.00196 | 0.00651 | 113.88 |
| PRO-01 | 220 | 202 | 0.00202 | 0.00671 | 125.27 |
| PRO-01 | 240 | 210 | 0.0021 | 0.00698 | 136.66 |
| PRO-01 | 260 | 218 | 0.00218 | 0.00724 | 148.05 |
| PRO-01 | 280 | 225 | 0.00225 | 0.00748 | 159.44 |
| PRO-01 | 300 | 231 | 0.00231 | 0.00767 | 170.83 |
| PRO-01 | 320 | 238 | 0.00238 | 0.00791 | 182.21 |
| PRO-01 | 333.29 | 247 | 0.00247 | 0.00821 | 189.78 |

Figura 09.

Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.



Tabla 63.

Probeta 02; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.

Área Probeta: 181.46 cm² Altura Probeta: 30 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ϵ | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|------------|--------------------------------|
| PRO-02 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-02 | 20 | 34 | 0.00034 | 0.00113 | 11.24 |
| PRO-02 | 40 | 79 | 0.00079 | 0.00263 | 22.48 |
| PRO-02 | 60 | 112 | 0.00112 | 0.00373 | 33.72 |
| PRO-02 | 80 | 132 | 0.00132 | 0.00440 | 44.96 |
| PRO-02 | 100 | 146 | 0.00146 | 0.00487 | 56.20 |
| PRO-02 | 120 | 162 | 0.00162 | 0.00540 | 67.43 |
| PRO-02 | 140 | 172 | 0.00172 | 0.00573 | 78.67 |
| PRO-02 | 160 | 182 | 0.00182 | 0.00607 | 89.91 |
| PRO-02 | 180 | 190 | 0.0019 | 0.00633 | 101.15 |
| PRO-02 | 200 | 197 | 0.00197 | 0.00657 | 112.39 |
| PRO-02 | 220 | 205 | 0.00205 | 0.00683 | 123.63 |
| PRO-02 | 240 | 212 | 0.00212 | 0.00707 | 134.87 |
| PRO-02 | 260 | 220 | 0.0022 | 0.00733 | 146.11 |
| PRO-02 | 280 | 227 | 0.00227 | 0.00757 | 157.35 |
| PRO-02 | 300 | 233 | 0.00233 | 0.00777 | 168.59 |
| PRO-02 | 320 | 240 | 0.0024 | 0.00800 | 179.82 |
| PRO-02 | 340 | 250 | 0.0025 | 0.00833 | 191.06 |
| PRO-02 | 342.16 | 255 | 0.00255 | 0.00850 | 192.28 |

Figura 10.

Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.

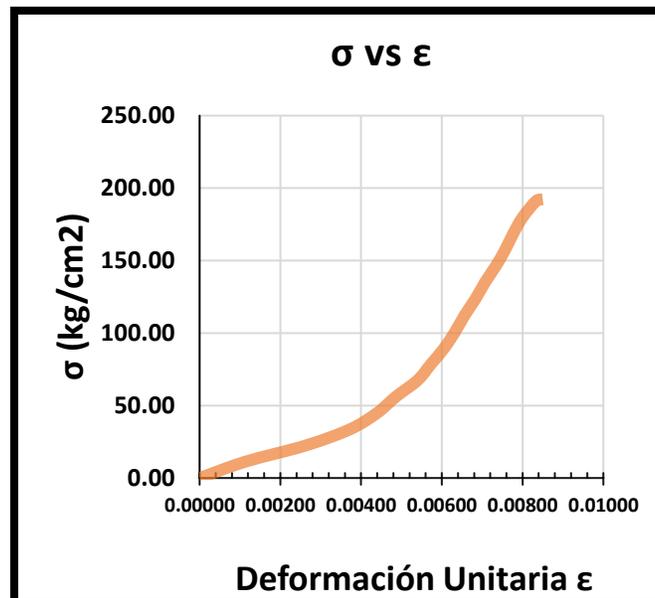


Tabla 64.

Probeta 03; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.

Área Probeta: 174.37 cm² Altura Probeta: 30.1 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm2) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|------------|
| PRO-03 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-03 | 20 | 30 | 0.0003 | 0.00100 | 11.70 |
| PRO-03 | 40 | 72 | 0.00072 | 0.00240 | 23.39 |
| PRO-03 | 60 | 106 | 0.00106 | 0.00353 | 35.09 |
| PRO-03 | 80 | 130 | 0.0013 | 0.00433 | 46.78 |
| PRO-03 | 100 | 145 | 0.00145 | 0.00483 | 58.48 |
| PRO-03 | 120 | 157 | 0.00157 | 0.00523 | 70.18 |
| PRO-03 | 140 | 168 | 0.00168 | 0.00560 | 81.87 |
| PRO-03 | 160 | 177 | 0.00177 | 0.00590 | 93.57 |
| PRO-03 | 180 | 187 | 0.00187 | 0.00623 | 105.26 |
| PRO-03 | 200 | 194 | 0.00194 | 0.00647 | 116.96 |
| PRO-03 | 220 | 201 | 0.00201 | 0.00670 | 128.66 |
| PRO-03 | 240 | 208 | 0.00208 | 0.00693 | 140.35 |
| PRO-03 | 260 | 215 | 0.00215 | 0.00717 | 152.05 |
| PRO-03 | 280 | 222 | 0.00222 | 0.00740 | 163.74 |
| PRO-03 | 300 | 228 | 0.00228 | 0.00760 | 175.44 |
| PRO-03 | 320 | 237 | 0.00237 | 0.00790 | 187.14 |
| PRO-03 | 322.64 | 245 | 0.00245 | 0.00817 | 188.68 |

Figura 11.

Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.

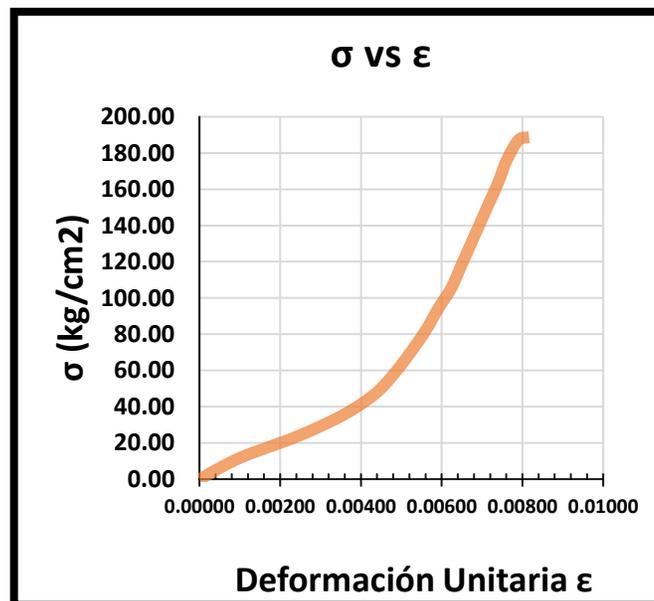


Tabla 65.

Probeta 01; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.

Área Probeta: 181.46 cm² Altura Probeta: 29.9 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-01 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-01 | 20 | 39 | 0.00039 | 0.00130 | 11.24 |
| PRO-01 | 40 | 88 | 0.00088 | 0.00294 | 22.48 |
| PRO-01 | 60 | 127 | 0.00127 | 0.00425 | 33.72 |
| PRO-01 | 80 | 148 | 0.00148 | 0.00495 | 44.96 |
| PRO-01 | 100 | 168 | 0.00168 | 0.00562 | 56.20 |
| PRO-01 | 120 | 185 | 0.00185 | 0.00619 | 67.43 |
| PRO-01 | 140 | 195 | 0.00195 | 0.00652 | 78.67 |
| PRO-01 | 160 | 202 | 0.00202 | 0.00676 | 89.91 |
| PRO-01 | 180 | 211 | 0.00211 | 0.00706 | 101.15 |
| PRO-01 | 200 | 218 | 0.00218 | 0.00729 | 112.39 |
| PRO-01 | 220 | 224 | 0.00224 | 0.00749 | 123.63 |
| PRO-01 | 240 | 229 | 0.00229 | 0.00766 | 134.87 |
| PRO-01 | 260 | 234 | 0.00234 | 0.00783 | 146.11 |
| PRO-01 | 280 | 239 | 0.00239 | 0.00799 | 157.35 |
| PRO-01 | 300 | 244 | 0.00244 | 0.00816 | 168.59 |
| PRO-01 | 320 | 251 | 0.00251 | 0.00839 | 179.82 |
| PRO-01 | 340 | 256 | 0.00256 | 0.00856 | 191.06 |
| PRO-01 | 360 | 260 | 0.0026 | 0.00870 | 202.30 |
| PRO-01 | 380 | 267 | 0.00267 | 0.00893 | 213.54 |
| PRO-01 | 392.18 | 278 | 0.00278 | 0.00930 | 220.39 |

Figura 12.

Probeta 01; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.

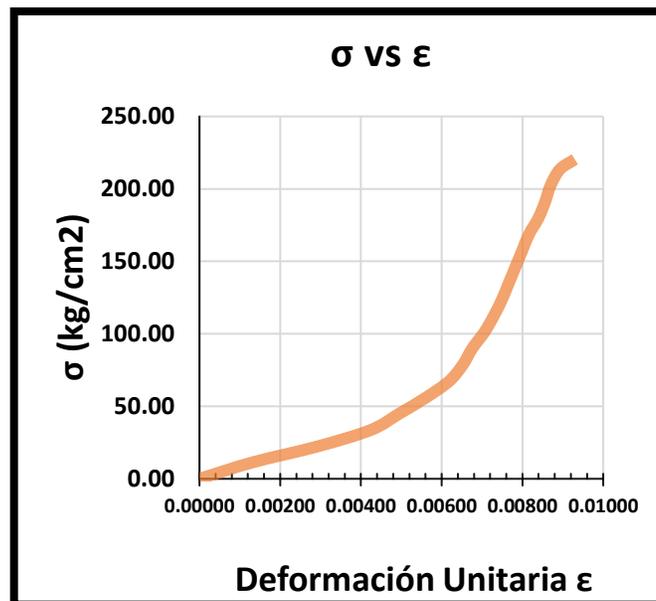


Tabla 66.

Probeta 02; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.

Área Probeta: 179.08 cm² Altura Probeta: 29.8 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-02 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-02 | 20 | 40 | 0.0004 | 0.00134 | 11.39 |
| PRO-02 | 40 | 90 | 0.0009 | 0.00302 | 22.78 |
| PRO-02 | 60 | 129 | 0.00129 | 0.00433 | 34.17 |
| PRO-02 | 80 | 150 | 0.0015 | 0.00503 | 45.55 |
| PRO-02 | 100 | 170 | 0.0017 | 0.00570 | 56.94 |
| PRO-02 | 120 | 186 | 0.00186 | 0.00624 | 68.33 |
| PRO-02 | 140 | 197 | 0.00197 | 0.00661 | 79.72 |
| PRO-02 | 160 | 204 | 0.00204 | 0.00685 | 91.11 |
| PRO-02 | 180 | 212 | 0.00212 | 0.00711 | 102.50 |
| PRO-02 | 200 | 220 | 0.0022 | 0.00738 | 113.88 |
| PRO-02 | 220 | 226 | 0.00226 | 0.00758 | 125.27 |
| PRO-02 | 240 | 231 | 0.00231 | 0.00775 | 136.66 |
| PRO-02 | 260 | 235 | 0.00235 | 0.00789 | 148.05 |
| PRO-02 | 280 | 240 | 0.0024 | 0.00805 | 159.44 |
| PRO-02 | 300 | 245 | 0.00245 | 0.00822 | 170.83 |
| PRO-02 | 320 | 252 | 0.00252 | 0.00846 | 182.21 |
| PRO-02 | 340 | 257 | 0.00257 | 0.00862 | 193.60 |
| PRO-02 | 360 | 262 | 0.00262 | 0.00879 | 204.99 |
| PRO-02 | 380 | 268 | 0.00268 | 0.00899 | 216.38 |
| PRO-02 | 400 | 278 | 0.00278 | 0.00933 | 227.77 |
| PRO-02 | 404.27 | 286 | 0.00286 | 0.00960 | 230.20 |

Figura 13.

Probeta 02; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.

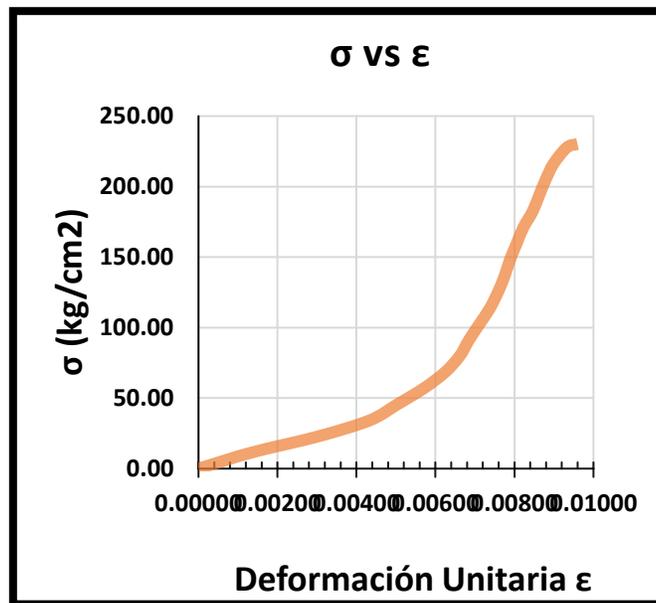


Tabla 67.

Probeta 03; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.

Área Probeta: 176.71 cm² Altura Probeta: 29.9 cm

| Código | Carga (Kn) | Deformación | d (m) | ε | σ (kg/cm ²) |
|--------|------------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| PRO-03 | 0 | 0 | 0 | 0.00000 | 0.00 |
| PRO-03 | 20 | 38 | 0.00038 | 0.00128 | 11.54 |
| PRO-03 | 40 | 87 | 0.00087 | 0.00292 | 23.08 |
| PRO-03 | 60 | 125 | 0.00125 | 0.00419 | 34.62 |
| PRO-03 | 80 | 146 | 0.00146 | 0.00490 | 46.16 |
| PRO-03 | 100 | 167 | 0.00167 | 0.00560 | 57.71 |
| PRO-03 | 120 | 183 | 0.00183 | 0.00614 | 69.25 |
| PRO-03 | 140 | 193 | 0.00193 | 0.00648 | 80.79 |
| PRO-03 | 160 | 201 | 0.00201 | 0.00674 | 92.33 |
| PRO-03 | 180 | 210 | 0.0021 | 0.00705 | 103.87 |
| PRO-03 | 200 | 216 | 0.00216 | 0.00725 | 115.41 |
| PRO-03 | 220 | 223 | 0.00223 | 0.00748 | 126.95 |
| PRO-03 | 240 | 228 | 0.00228 | 0.00765 | 138.49 |
| PRO-03 | 260 | 233 | 0.00233 | 0.00782 | 150.03 |
| PRO-03 | 280 | 237 | 0.00237 | 0.00795 | 161.58 |
| PRO-03 | 300 | 243 | 0.00243 | 0.00815 | 173.12 |
| PRO-03 | 320 | 248 | 0.00248 | 0.00832 | 184.66 |
| PRO-03 | 340 | 254 | 0.00254 | 0.00852 | 196.20 |
| PRO-03 | 360 | 258 | 0.00258 | 0.00866 | 207.74 |
| PRO-03 | 380 | 265 | 0.00265 | 0.00889 | 219.28 |
| PRO-03 | 392.16 | 276 | 0.00276 | 0.00926 | 226.30 |

Figura 14.

Probeta 03; Grafica Esfuerzo y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.

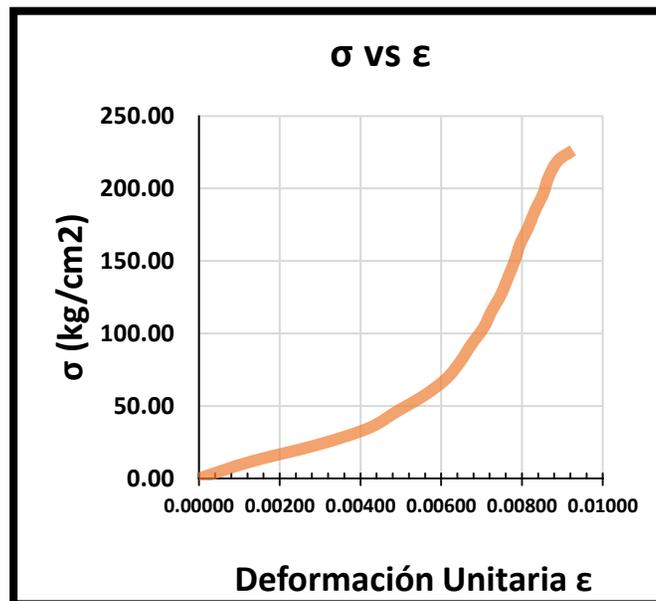


Tabla 68.

Durabilidad del agregado fino al sulfato de sodio; cantera Manuel Olano Constructor.



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

| DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO AL SULFATO DE SODIO | | | | | | | | | |
|--|---------|----------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| AASHTO T 104 / ASTM C 88 / (MTC E 209-2000) | | | | | | | | | |
| SOLICITA : BACHILLER JUAN CARLOS TORO NIÑO | | | | | | | | | |
| PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS, Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO DE LAS CANTERAS MANUEL OLANO CONSTRUCTOR Y GRUPOS JOSECITO EN JAEN 2022" | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN - REGIÓN CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| MATERIAL : AGREGADO FINO/CONCRETO | | | | | MUESTRA : CANTERA OLANO | | | | |
| FECHA : SETIEMBRE 2023 | | | | | FECHA DE ENSAYO: 20/09/2023 | | | | |
| TAMIZ ASTM E-11 | | Peso de fracción gr. | Tamaño del árido | Tamiz que determina pérdida | Granulometría original retenido % | PESO DE FRACCION | | Pasante después del ensayo % | Pérdida en peso % |
| Pasa | Retiene | | | | | Antes del ensayo | Después del ensayo | | |
| 3/8" | N° 4 | 109.10 | 4.760 | N° 4 | 4.4 | 100 | 92.1 | 7.9 | 0.34 |
| N° 4 | N° 8 | 293.7 | 2.360 | N° 8 | 11.7 | 100 | 89.3 | 10.7 | 1.26 |
| N° 8 | N° 16 | 365.4 | 1.190 | N° 16 | 14.6 | 100 | 88.4 | 11.6 | 1.70 |
| N° 16 | N° 30 | 512.10 | 0.600 | N° 30 | 20.5 | 100 | 85.7 | 14.3 | 2.93 |
| N° 30 | N° 50 | 677.9 | 0.300 | N° 50 | 27.1 | 100 | 83.6 | 16.4 | 4.45 |
| N° 50 | N° 100 | 300.75 | 0.149 | N° 100 | 12.0 | | | | |
| < N° 100 | | 241.05 | | | 9.6 | | | | |
| TOTALES | | 2500.00 | | | 100 | | | | 10.68 |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | |
| Ciclos: 5 | | | | | | | | | |
| Fecha de inicio de ensayo: 20/09/2023 | | | | | | | | | |
| Fecha final de ensayo: 25/09/2023 | | | | | | | | | |
| Densidad de solución gr/l 1.295 | | | | | | | | | |
| Temperatura de solución °C 25 | | | | | | | | | |
| Peso de MgSO4*litro gr 1400 | | | | | | | | | |
| Las pérdidas obtenidas están por debajo de las máximas permisibles (valor máximo admisible = 15%) | | | | | | | | | |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 INGENIERO QUÍMICO

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 LUIS G. MELÉNDEZ TUESTE
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

Tabla 69.

durabilidad del agregado grueso al sulfato de sodio; cantera Manuel Olano Constructor



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

| DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO AL SULFATO DE SODIO | | | | | | | | | |
|---|---------|----------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| AASHTO T 104 / ASTM C 88 / (MTC E 209-2000) | | | | | | | | | |
| SOLICITA : BACHILLER JUAN CARLOS TORO NIÑO | | | | | | | | | |
| PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO DE LAS CANTERAS MANUEL OLANO CONSTRUCTOR Y GRUPO JOSECITO EN JAEN 2022 " | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN - REGIÓN CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| MATERIAL : AGREGADO GRUESO/CONCRETO | | | | | MUESTRA : CANTERA OLANO | | | | |
| FECHA : SETIEMBRE 2023 | | | | | FECHA DE ENSAYO : 20/09/2023 | | | | |
| TAMIZ ASTM E-11 | | Peso de fracción gr. | Tamaño del árido | Tamiz que determina pérdida | Granulometría original retenido % | PESO DE FRACCION | | Pasante después del ensayo % | Pérdida en peso % |
| Pasa | Retiene | | | | | Antes del ensayo | Después del ensayo | | |
| 2 1/2" | 2" | 0 | 63.500 | 2" | 0.0 | | | | |
| 2" | 1 1/2" | 0 | 50.600 | 1 1/2" | 0.0 | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 7890 | 38.100 | 1" | 51.4 | 1000.0 | 921.3 | 7.9 | 4.05 |
| 1" | 3/4" | 3850 | 25.400 | 3/4" | 25.1 | 500.0 | 450.3 | 9.9 | 2.49 |
| 3/4" | 1/2" | 2838 | 19.050 | 1/2" | 18.5 | 670.0 | 601.4 | 10.2 | 1.89 |
| 1/2" | 3/8" | 456 | 12.700 | 3/8" | 3.0 | 330.0 | 289.0 | 12.4 | 0.37 |
| 3/8" | N° 4 | 306 | 4.760 | N° 4 | 2.0 | 300.0 | 249.8 | 16.7 | 0.33 |
| TOTALES | | 15340 | | | 100 | | | | 9.13 |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | |
| Ciclos: 5 | | | | | | | | | |
| Fecha de inicio de ensayo: 20/09/2023 | | | | | | | | | |
| Fecha final de ensayo: 25/09/2023 | | | | | | | | | |
| Densidad de solución gr/l 1.295 | | | | | | | | | |
| Temperatura de solución °C 25 | | | | | | | | | |
| Peso de MgSO4*litro gr 1400 | | | | | | | | | |
| Las pérdidas obtenidas están por debajo de las máximas permisibles (valor máximo admisible = 18%) | | | | | | | | | |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUAN PABLO S. BERÓN HERRERA
 INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis G. Meléndez Tyesta
 INGENIERO RESPONSABLE CIP 10221

Tabla 70.

Ensayo de durabilidad del agregado fino al sulfato de sodio; cantera Grupo Josecito



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
 HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
 E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

| DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO AL SULFATO DE SODIO | | | | | | | | | |
|---|---------|----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| AASHTO T 104 / ASTM C 88 / (MTC E 209-2000) | | | | | | | | | |
| SOLICITA : BACHILLER JUAN CARLOS TORO NIÑO | | | | | | | | | |
| PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO DE LAS CANTERAS MANUEL OLANO CONSTRUCTOR Y GRUPO JOSECITO EN JAEN 2022" | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN - REGIÓN CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| MATERIAL : AGREGADO FINO/CONCRETO | | | | | MUESTRA : CANTERA JOSECITO | | | | |
| FECHA : SETIEMBRE 2023 | | | | | FECHA DE ENSAYO: 20/09/2023 | | | | |
| TAMIZ ASTM E-11 | | Peso de fracción gr. | Tamaño del árido | Tamiz que determina pérdida | Granulometría original retenido % | PESO DE FRACCION | | Pasante después del ensayo % | Pérdida en peso % |
| Pasa | Retiene | | | | | Antes del ensayo | Después del ensayo | | |
| 3/8" | N° 4 | 104.10 | 4.760 | N° 4 | 4.2 | 100 | 94.1 | 5.9 | 0.25 |
| N° 4 | N° 8 | 288.7 | 2.360 | N° 8 | 11.7 | 100 | 93.3 | 6.7 | 0.78 |
| N° 8 | N° 16 | 360.4 | 1.190 | N° 16 | 14.6 | 100 | 92.4 | 7.6 | 1.11 |
| N° 16 | N° 30 | 507.10 | 0.600 | N° 30 | 20.6 | 100 | 89.7 | 10.3 | 2.12 |
| N° 30 | N° 50 | 672.9 | 0.300 | N° 50 | 27.3 | 100 | 87.6 | 12.4 | 3.38 |
| N° 50 | N° 100 | 295.75 | 0.149 | N° 100 | 12.0 | | | | |
| < N° 100 | | 236.05 | | | 9.6 | | | | |
| TOTALES | | 2465.00 | | | 100 | | | | 7.64 |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | |
| Ciclos: 5 | | | | | | | | | |
| Fecha de inicio de ensayo: 20/09/2023 | | | | | | | | | |
| Fecha final de ensayo: 25/09/2023 | | | | | | | | | |
| Densidad de solución gr/l 1.295 | | | | | | | | | |
| Temperatura de solución °C 25 | | | | | | | | | |
| Peso de MgSO4*litro gr 1400 | | | | | | | | | |
| Las pérdidas obtenidas están por debajo de las máximas permisibles (valor máximo admisible = 15%) | | | | | | | | | |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUAN H. SOBRÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis C. Meléndez Tugada
 ING. RESPONSABLE (CIP 58121)

Tabla 71.

Ensayo de durabilidad del agregado grueso al sulfato de sodio; cantera Grupo Josecito



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sac2006@yahoo.es

| DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO AL SULFATO DE SODIO | | | | | | | | | |
|---|---------|----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| AASHTO T 104 / ASTM C 88 / (MTC E 209-2000) | | | | | | | | | |
| SOLICITA : BACHILLER JUAN CARLOS TORO NIÑO | | | | | | | | | |
| PROYECTO : "CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO DE LAS CANTERAS MANUEL OLANO CONSTRUCTOR Y GRUPO JOSECITO EN JAEN 2022" | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN - REGIÓN CAJAMARCA | | | | | | | | | |
| MATERIAL : AGREGADO GRUESO/CONCRETO | | | | | MUESTRA : CANTERA JOSECITO | | | | |
| FECHA : SETIEMBRE 2023 | | | | | FECHA DE ENSAYO: 20/09/2023 | | | | |
| TAMIZ ASTM E-11 | | Peso de fracción gr. | Tamaño del árido | Tamiz que determina pérdida | Granulometría original retenido % | PESO DE FRACCION | | Pasante después del ensayo % | Pérdida en peso % |
| Pasa | Retiene | | | | | Antes del ensayo | Después del ensayo | | |
| 2 1/2" | 2" | 0 | 63.500 | 2" | 0.0 | | | | |
| 2" | 1 1/2" | 0 | 50.600 | 1 1/2" | 0.0 | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 7885 | 38.100 | 1" | 51.5 | 1000.0 | 925.3 | 7.5 | 3.85 |
| 1" | 3/4" | 3845 | 25.400 | 3/4" | 25.1 | 500.0 | 455.3 | 8.9 | 2.24 |
| 3/4" | 1/2" | 2833 | 19.050 | 1/2" | 18.5 | 670.0 | 606.4 | 9.5 | 1.76 |
| 1/2" | 3/8" | 451 | 12.700 | 3/8" | 2.9 | 330.0 | 285.0 | 13.6 | 0.40 |
| 3/8" | N° 4 | 301 | 4.760 | N° 4 | 2.0 | 300.0 | 245.8 | 18.1 | 0.36 |
| TOTALES | | 15315 | | | 100 | | | | 8.61 |
| OBSERVACIONES: | | | | | | | | | |
| Ciclos: 5 | | | | | | | | | |
| Fecha de inicio de ensayo: 20/09/2023 | | | | | | | | | |
| Fecha final de ensayo: 25/09/2023 | | | | | | | | | |
| Densidad de solución gr/l 1.295 | | | | | | | | | |
| Temperatura de solución °C 25 | | | | | | | | | |
| Peso de MgSO4*litro gr 1400 | | | | | | | | | |
| Las pérdidas obtenidas están por debajo de las máximas permisibles (valor máximo admisible = 18%) | | | | | | | | | |

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUAN H. SOTRO HERRERA
 INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis G. Meléndez Irujo
 ING. RESPONSABLE CIP 3521

APENDICE 02. Panel Fotográfico de las Actividades Realizadas

Figura 15.

Trabajo de laboratorio, ensayo de analisis granulometrico por tamizado del agregado grueso; se tiene la muestra y se procede a cuartear.



Figura 16.

Trabajo de laboratorio, ensayo de analisis granulometrico por tamizado del agregado grueso; recojo parte de la muestra en una bandeja para pesarla en la balanza electronica



Figura 17.

Trabajo de laboratorio, tamizado del agregado grueso y agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.

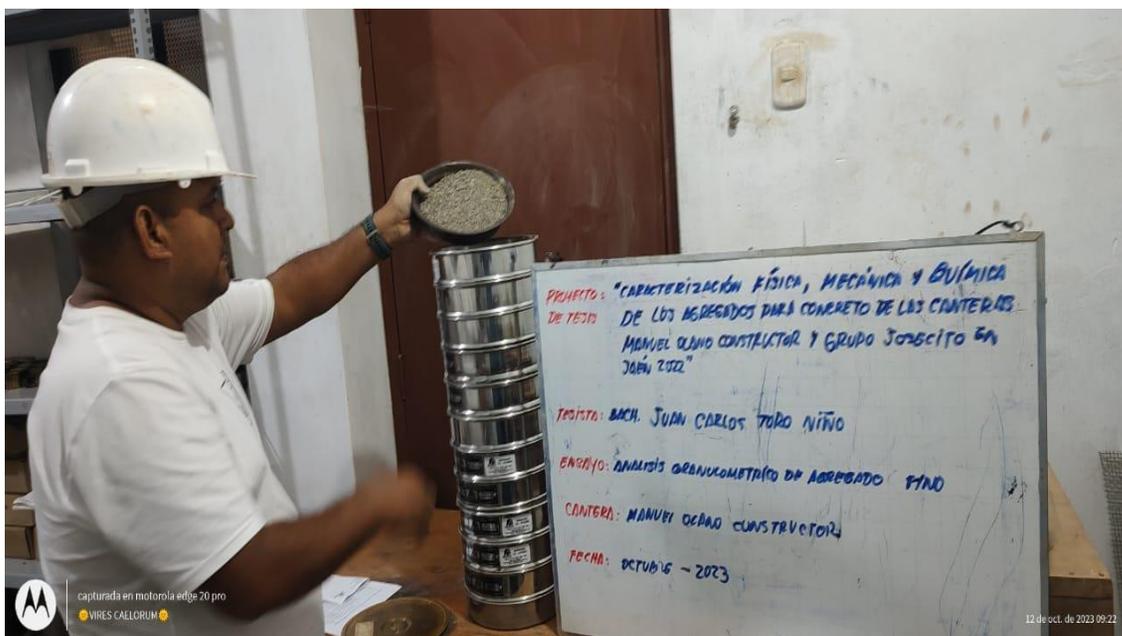


Figura 18.

Trabajo de laboratorio, ensayo de contenido de humedad del agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.

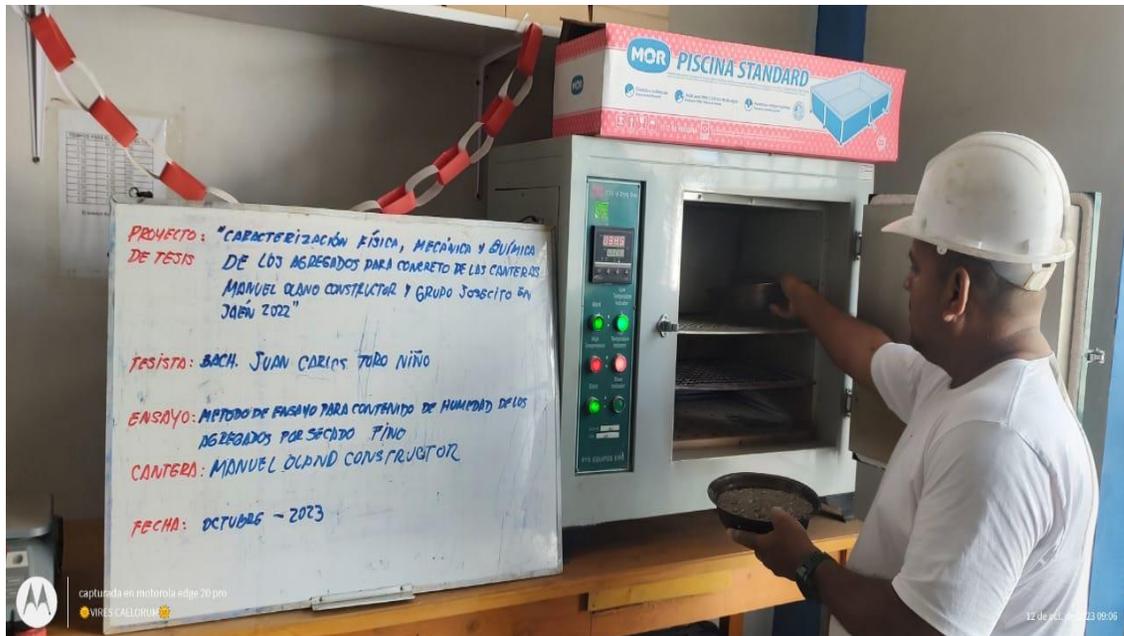


Figura 19.

Trabajo de laboratorio, ensayo peso unitario y vacíos del agregado grueso de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.

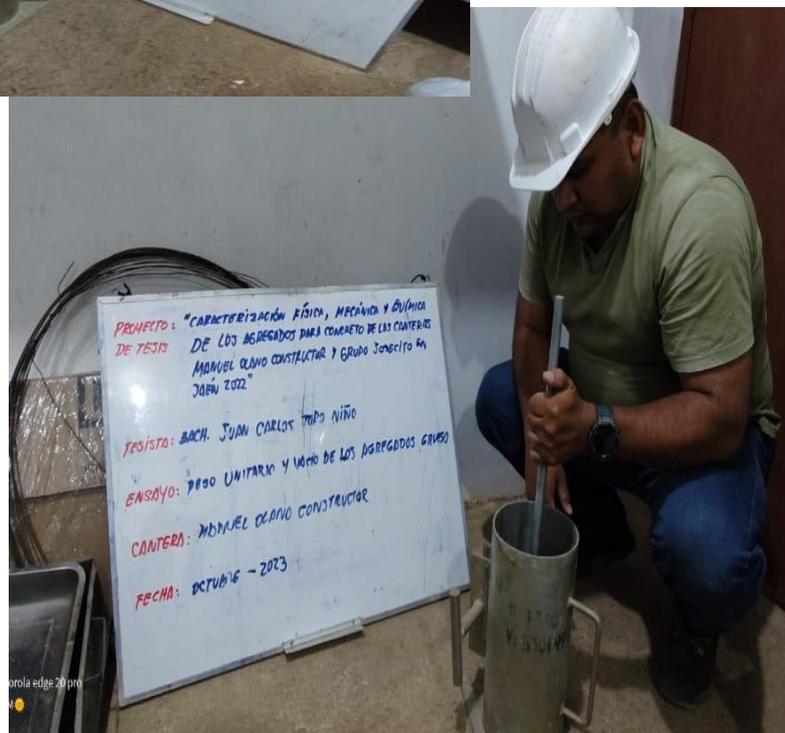
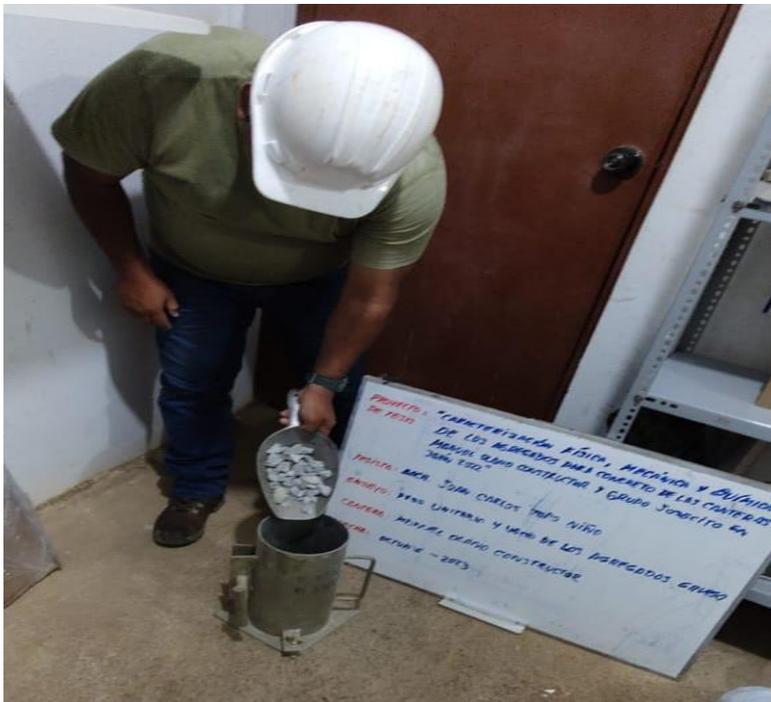


Figura 20.

Trabajo de laboratorio, ensayo peso unitario y vacíos del agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.

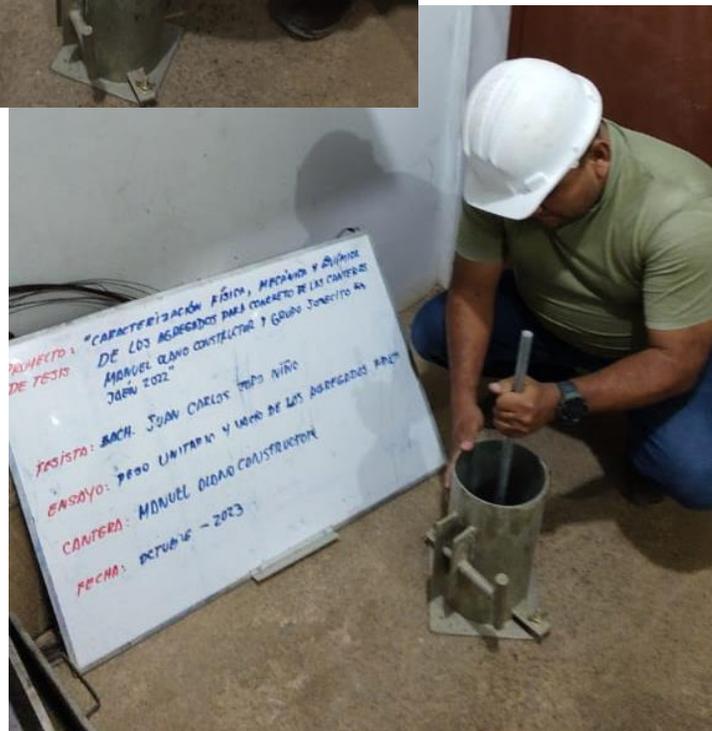
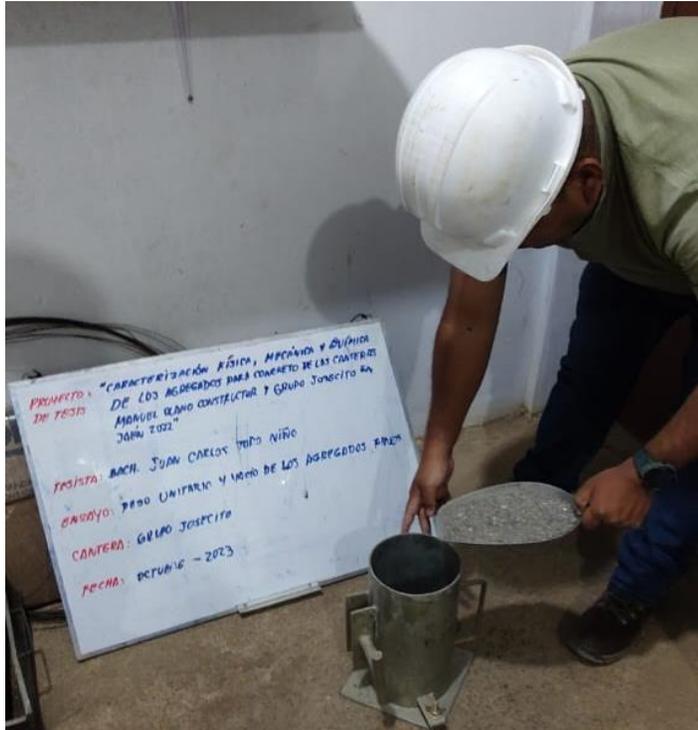


Figura 21.

Trabajo de campo, ensayo elaboración de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para las canteras

Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito



Figura 22.

*Trabajo de campo, ensayo elaboración de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para las canteras
Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito*



Figura 23.

Trabajo de laboratorio, ensayo de resistencia a la compresión de las Canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.

