

**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
<b>CAPÍTULO III. METODOS Y MATERIALES</b>	<b>41</b>
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
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO VII. APENDICE</b>	<b>74</b>

## 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 <sup>3</sup> , según su origen	32
Tabla 11	Peso Unitario de los Agregados, t/m <sup>3</sup>	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  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , 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  $255.58 \text{ Kg/cm}^2$  para Manuel Olano Constructor y  $230.20 \text{ Kg/cm}^2$  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/cm<sup>2</sup>, 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/cm<sup>2</sup> for Manuel Olano Constructor and 230.20 kg/cm<sup>2</sup> 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**

La 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  $272.00 \text{ kg cm}^2$ , mientras que con el agregado de la cantera El Porvenir la resistencia solo alcanza  $210.33 \text{ kg cm}^2$ . 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  $1.31 \text{ g cm}^{-3}$  para el agregado grueso y de  $1.63 \text{ g cm}^{-3}$  para el agregado fino; en cuanto al peso específico si hay diferencias, siendo el valor más alto de  $2.65 \text{ g cm}^{-3}$  y el valor más bajo de  $2.36 \text{ g cm}^{-3}$ ; 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  $210 \text{ kg cm}^{-2}$ , el valor más alto es de  $224.92 \text{ kg cm}^2$  y el valor más bajo es de  $219.92 \text{ kg cm}^2$ .

### **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  $250 \text{ kg/cm}^2$ . 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  $2.70 \text{ kg/cm}^3$  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  $2.0 \text{ kg/cm}^3$  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 cm<sup>2</sup>.

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/cm<sup>2</sup>. 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/cm<sup>2</sup>, 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/cm<sup>3</sup>. En cuanto al agregado grueso, el contenido de humedad fue del 2,04 %, con un peso específico de 2,67 g/cm<sup>3</sup>. 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 <sup>3</sup>	Masa unitaria agregado kg/m <sup>3</sup>	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*

<b>Tamaño de la partícula (mm)</b>	<b>Denominación corriente</b>	<b>Clasificación</b>
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*

<b>Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada</b>		<b>Cantidad mínima de muestra de ensayo</b>
<b>mm</b>	<b>(pulg)</b>	<b>kg</b>
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

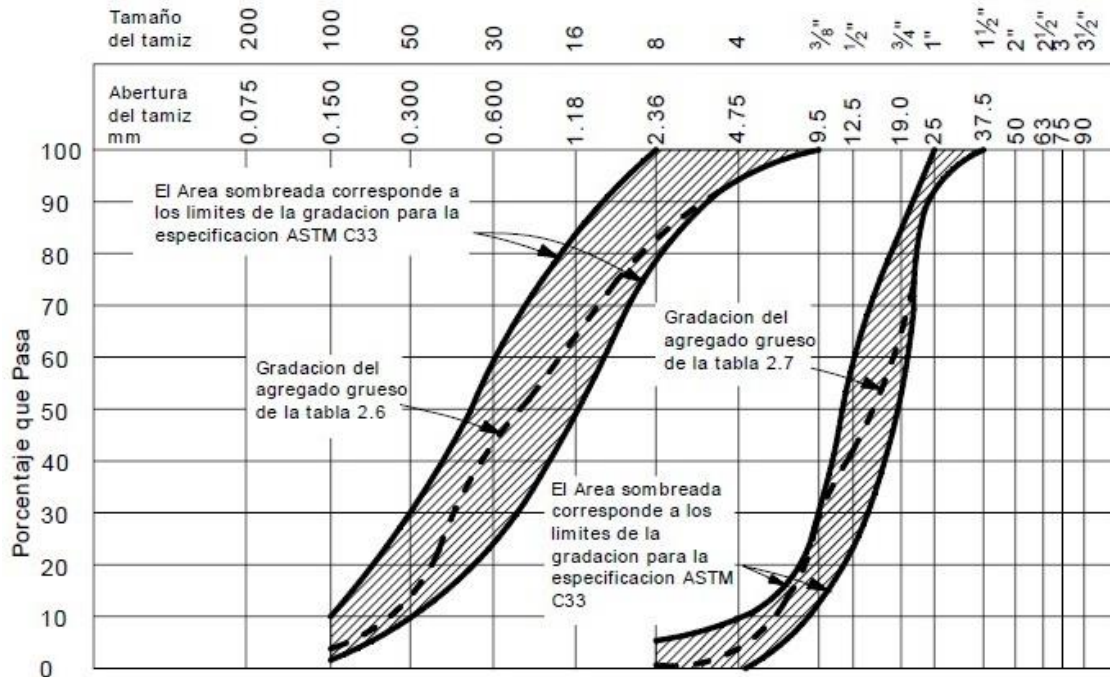
Fuente: MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

### **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	
3/8"	(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 satisfacciòn 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  $\mu\text{m}$  (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*

<b>Módulo de finura</b>	<b>Agregado fino</b>
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  $\text{g/cm}^3$  o  $\text{kg/m}^3$  (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*

<b>Tipo de agregado</b>	<b>Densidad</b>
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/m<sup>3</sup>*

<b>Material</b>	<b>Humedad</b>	<b>PUV suelto</b>	<b>PUV compactado</b>
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*

<b>Propiedad del agregado</b>	<b>Norma ASTM</b>	<b>NTP</b>	<b>Norma MTC</b>
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.

## CAPÍTULO III

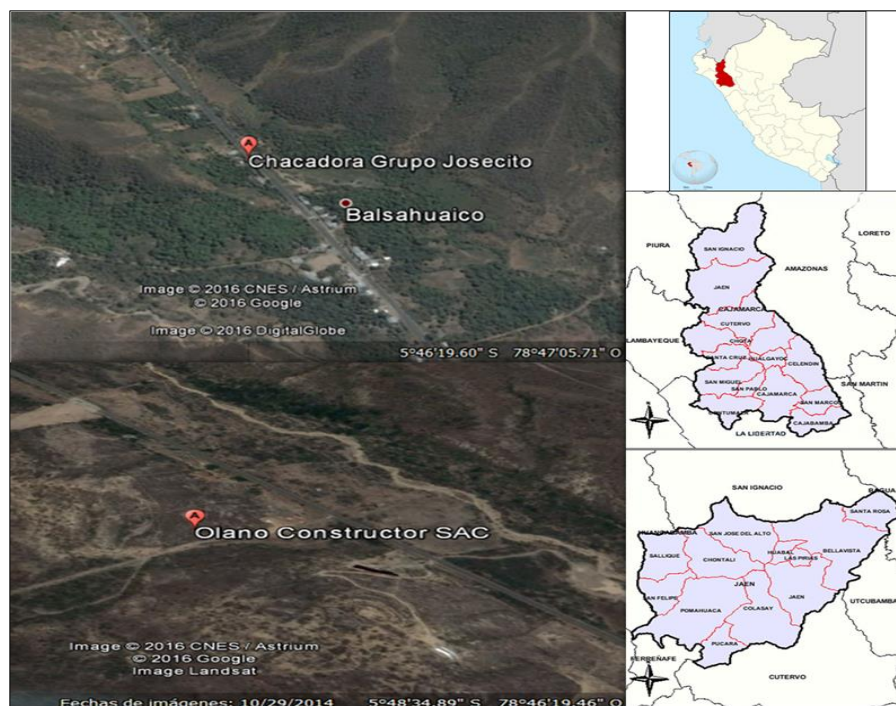
### METODOS Y MATERIALES

#### 3.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó con agregados de las Cantera de río; del Grupo Josecito, ubicada en el sector del caserío Balsahuaico, entre las Coordenadas UTM: 745175 Este y 9361746 Norte; y la cantera de río Manuel Olano Constructor SAC, ubicada en el Centro Poblado Chamaya, entre las Coordenadas UTM: 746275 Este y 9358045 Norte; del distrito y provincia de Jaén, departamento Cajamarca (Figura 2).

#### Figura 2

*Mapa de ubicación de la investigación*



Fuente: Google Earth

Ambas canteras explotan sus agregados (grueso y fino) de la cuenca del río Marañón en diferentes sitios de explotación; dichos agregados son derivados a sus centros de acopio que vienen

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  $110 \pm 5$  °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  $\text{kg/m}^3$
    - 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/m<sup>3</sup>

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 cm<sup>3</sup> 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<sub>eSSS</sub>)

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

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  $\text{cm}^3$

$V_a$ : Peso en gramos o volumen en  $\text{cm}^3$  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  $110^\circ \text{C}$ .
- 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  $500 \text{ cm}^3$  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:

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO EVALUADOS CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA NTP 400.037 (HUSO 7)</b>		
<b>MALLA</b>		<b>% QUE PASA</b>
<b>TAMIZ</b>	<b>mm</b>	
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%
		<b>Resultado</b>
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.)*

<b>N°</b>	<b>Ensayo N°</b>	<b>Muestra</b>	
		<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>2.59</b>	<b>2.66</b>
<b>2</b>	<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>2.62</b>	

**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 Especifica y Absorción

**Tabla 18**

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

Nº	Ensayo Nº	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 Nº	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/cm<sup>3</sup> 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/cm<sup>3</sup> y 2.90 g/cm<sup>3</sup>.

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.)*

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.)*

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO EVALUADOS CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA NTP 400.037</b>		
<b>MALLA</b>		<b>% QUE PASA</b>
<b>TAMIZ</b>	<b>mm</b>	
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%
		<b>Resultado</b>
<b>Módulo de Fineza (%)</b>		<b>2.36</b>
<b>Tamaño Máximo (malla)</b>		<b>¼"</b>
<b>Tamaño Máximo Nominal (malla)</b>		<b>N° 04</b>

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.)*

<b>N°</b>	<b>Ensayo N°</b>	<b>Muestra</b>
<b>1</b>	<b>Gravedad específica</b>	<b>2.554</b>
<b>2</b>	<b>Promedio Absorción (%)</b>	<b>3.253</b>

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/cm<sup>3</sup> y peso específico de la cantera Grupo Josecito es de 2.554 g/cm<sup>3</sup>; 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/cm<sup>3</sup> y 2.90 g/cm<sup>3</sup>.

## 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 <sup>-3</sup> )	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 <sup>-3</sup> )	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 <sup>2</sup> )		
		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 <sup>2</sup> )		
		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/cm<sup>2</sup> y 190.47 kg/cm<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> )		
		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 <sup>2</sup> )		
		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/cm<sup>2</sup> y 225.63 kg/cm<sup>2</sup> 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 ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) 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 ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) 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 ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) 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  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  y 255.58  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  y la cantera Grupo Josecito  $f'c$  entre 210  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  y 230.20  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ , tercer testigo 226.29  $\text{Kg}/\text{cm}^2$ , 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](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](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](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](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](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](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 ( $\text{Kg/cm}^2$ )**

$f'c$	$f'cr$
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

$$250 \rightarrow 0.62$$

$$294 \rightarrow x$$

$$300 \rightarrow 0.55$$

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

$$X = 0.558\%$$

**Paso 05: Cálculo del Contenido del Cemento**

Del paso N° 04

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



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

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: Proporciónamiento de Diseño

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
387.10 kg	902.75 kg	796.63 kg	215 lt
Proporción del Diseño			
<b>1</b>	<b>2.33</b>	<b>2.6</b>	<b>0.56</b>

### 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 ( $\text{Kg/cm}^2$ )

$f'c$	$f'cr$
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''

Agua = 216 lt/m<sup>3</sup>

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

Según tabla N° 05

Tenemos

F'cr = 294 Kg/cm<sup>2</sup>

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/m<sup>3</sup>

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

1000 Kg/m<sup>3</sup>

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

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

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

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

**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**

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

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

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

**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: Proporcionamiento de Diseño**

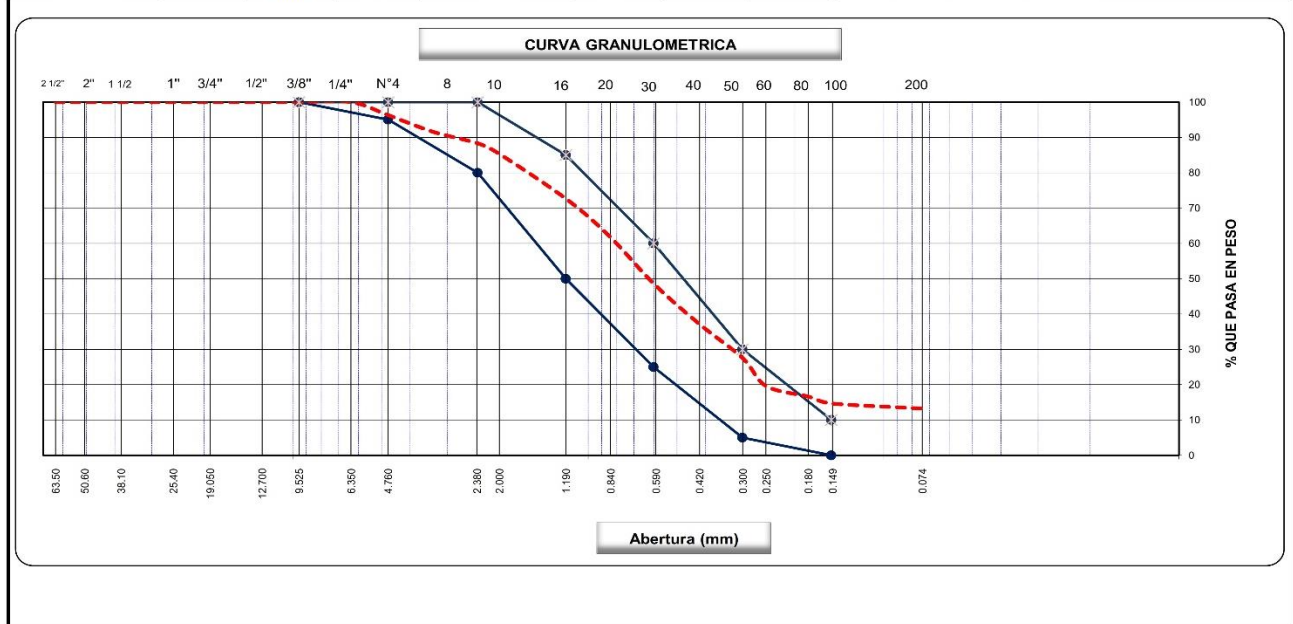
Cemento	B. Fino	B. Grueso	Agua
387.10 kg	919.16 kg	830.69 kg	211.43 lt
Proporción del Diseño			
<b>1</b>	<b>2.37</b>	<b>2.15</b>	<b>0.55</b>

**Tabla 34.**

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

*Constructor*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117)							
Material : Agregado fino						Cód. Ensayo N° : C-0001	
Cantera : Manuel Olano							
Muestra : N° 01							
Fecha: Set-23							
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	ESPECIFICACIONES ARENA - CONCRETO	Descripción
							<b>1. Peso de Material</b>
							Peso Inicial Total (kg) <b>726.3</b>
							Peso Fracción Fina Para Lavar (gr)
							<b>2. Características</b>
							Tamaño Máximo <b>1/4"</b>
							Tamaño Máximo Nominal <b>N° 4</b>
							Grava (%) <b>3.7</b>
							Arena (%) <b>83.1</b>
					100.0	<b>100</b>	Finos (%) <b>13.2</b>
					100.0		Módulo de Fineza (%) <b>2.52</b>
N° 4	4.750	26.9	3.70	3.70	96.3	<b>95</b>	<b>100</b>
N° 6	3.350	34.2	4.70	8.41	91.6		
N° 8	2.360	23.9	3.29	11.70	88.3	<b>80</b>	<b>100</b>
N° 10	2.000	21.4	2.95	14.65	85.4		
N° 16	1.190	92.2	12.69	27.34	72.7	<b>50</b>	<b>85</b>
N° 20	0.850	76.3	10.51	37.84	62.2		
N° 30	0.600	98.5	13.57	51.41	48.6	<b>25</b>	<b>60</b>
N° 40	0.420	83.2	11.45	62.86	37.1		
N° 50	0.300	69.8	9.60	72.47	27.5	<b>5</b>	<b>30</b>
N° 60	0.250	57.4	7.90	80.37	19.6		
N° 80	0.180	21.8	3.00	83.37	16.6		
N° 100	0.150	14.2	1.96	85.33	14.7	<b>0</b>	<b>10</b>
N° 200	0.074	10.5	1.44	86.77	13.2		
Pasante		96.10	13.23	100.00	0.0		
							<b>3. Clasificación</b>
							Límite Líquido (%) <b>NP</b>
							Límite Plástico (%) <b>NP</b>
							Índice de Plasticidad (%) <b>NP</b>
							Clasificación SUCS <b>SM</b>
							Clasificación AASHTO <b>A-1-b (0)</b>
							<b>4. Descripción:</b>
							<b>5. Observaciones (Fuente de Normalización)</b>
							Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)





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

<b>PESO UNITARIO Y VACIOS</b>			
(MTC E-203 / ASTM C-29)			
<b>Material</b>	: Agregado fino	<b>Cód. Ensayo N°</b>	3
<b>Cantera</b>	: Manuel Olano		
<b>Muestra</b>	: N° 01		
	<b>Fecha:</b>	Set-23	
<b>1. AGREGADO FINO</b>			
<b><u>1. Contenido de Humedad</u></b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
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	
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>2.38</b>		
<b><u>1. Peso Unitario Suelto</u></b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Suelto Seco</b>	<b>1.585</b>		
<b><u>1. Peso Unitario Compactado</u></b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Compactado Seco</b>	<b>1.663</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b>			

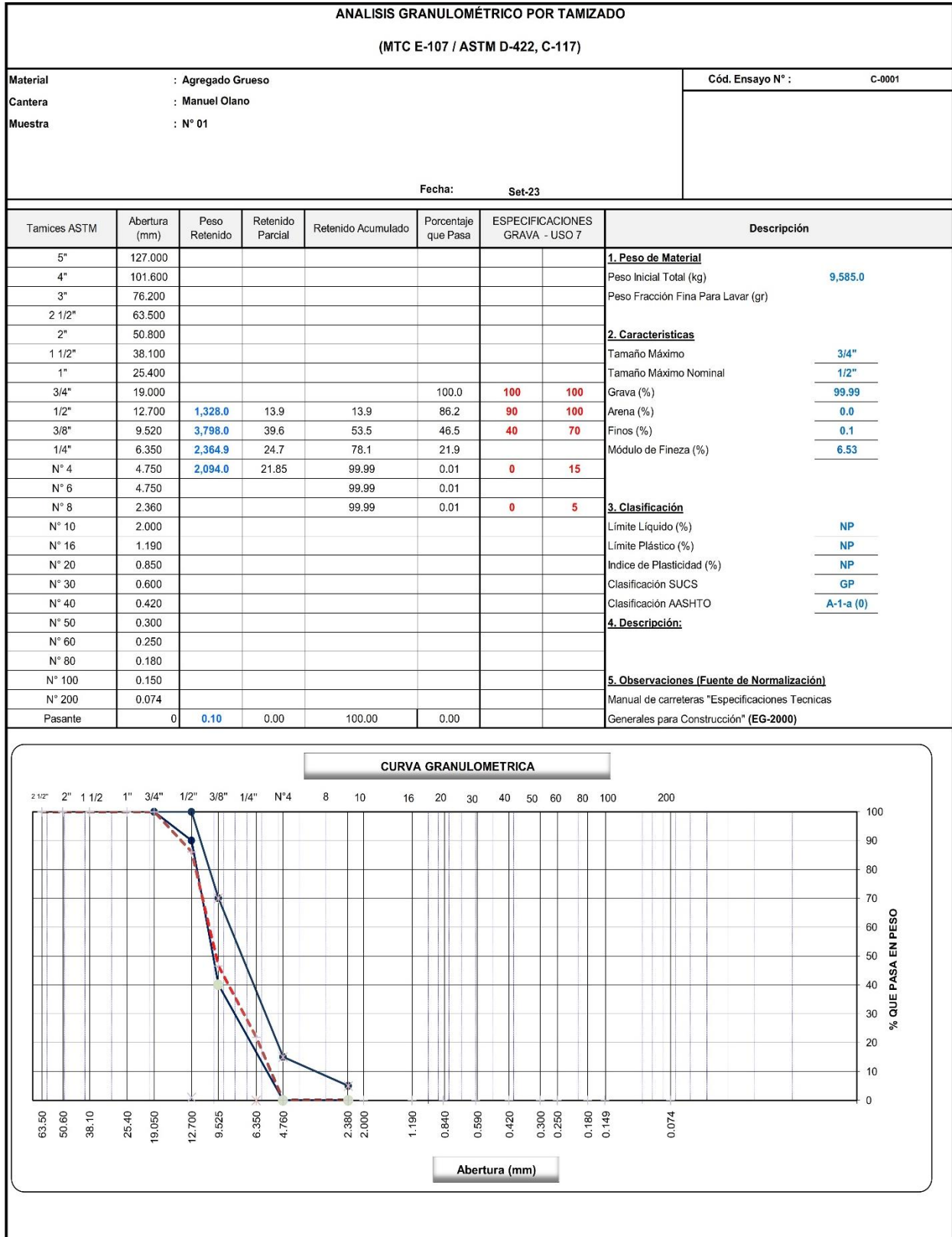
**Tabla 37.***Gravedad específica y absorción del agregado fino de la Manuel Olano Constructor.*

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
<b>OBSERVACIONES :</b>							



**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.*

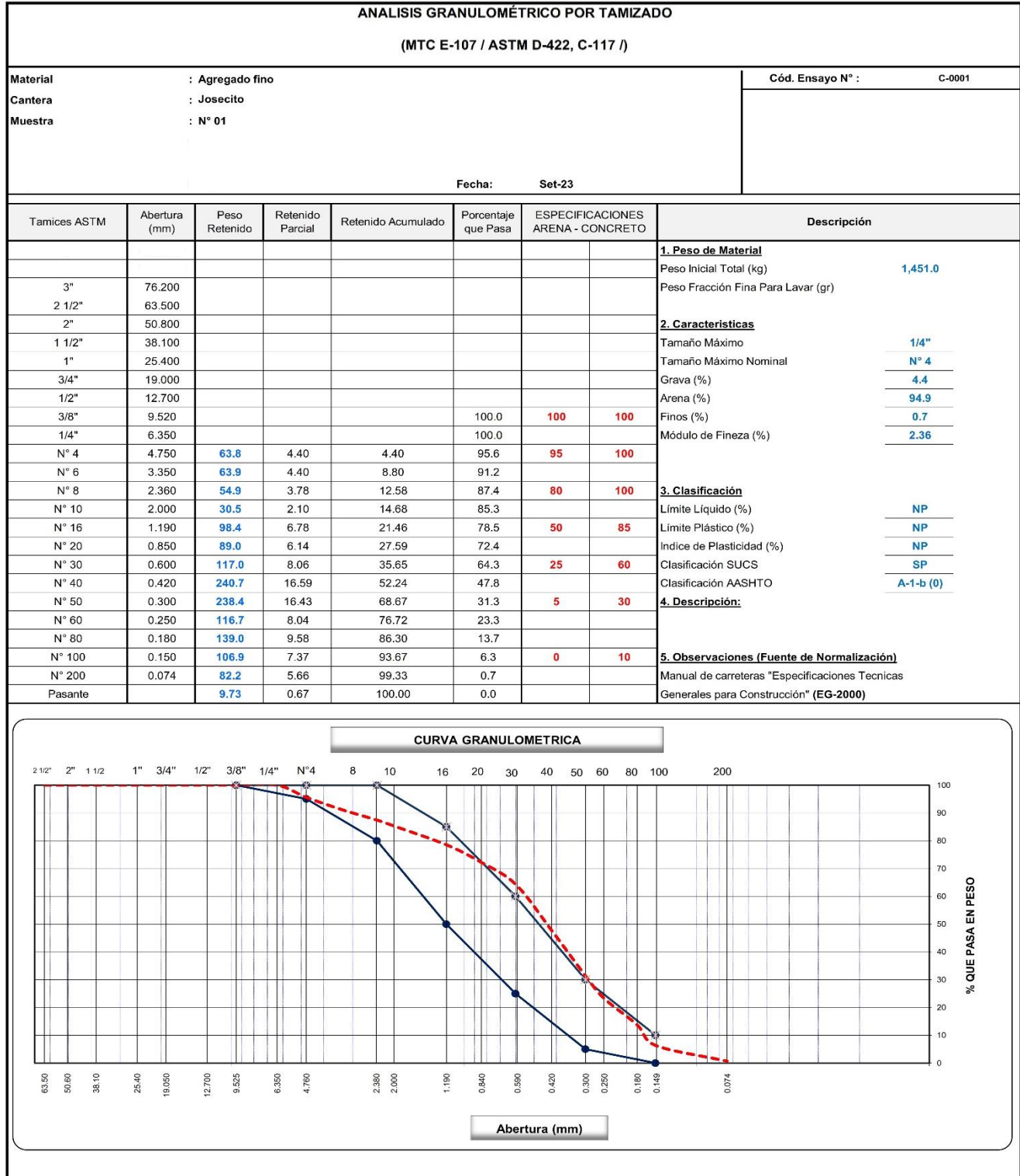
<b>PESO UNITARIO Y VACIOS</b>			
(MTC E-203 / ASTM C-29)			
<b>Material</b>	: Agregado Grueso	<b>Cód. Ensayo N° :</b>	C-0003
<b>Cantera</b>	: Manuel Olano		
<b>Muestra</b>	: N° 01		
	<b>Fecha:</b> Set-23		
<b>1. AGREGADO GRUESO</b>			
<b>1. Contenido de Humedad</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
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	
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>0.91</b>		
<b>1. Peso Unitario Suelto</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Suelto Seco</b>	<b>1.385</b>		
<b>1. Peso Unitario Compactado</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Compactado Seco</b>	<b>1.589</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b>			

**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
<b>OBSERVACIONES :</b>							

**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.*

<b>PESO UNITARIO Y VACIOS</b>			
(MTC E-203 / ASTM C-29)			
<b>Material</b> : Agregado fino	<b>Cód. Ensayo N°</b> : C-0003		
<b>Cantera</b> : Josecito			
<b>Muestra</b> : N° 01			
<b>Fecha:</b> Set-23			
<b>1. AGREGADO FINO</b>			
<b>1. Contenido de Humedad</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
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	
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>3.42</b>		
<b>1. Peso Unitario Suelto</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Suelto Seco</b>	<b>1.579</b>		
<b>1. Peso Unitario Compactado</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Compactado Seco</b>	<b>1.652</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b>			

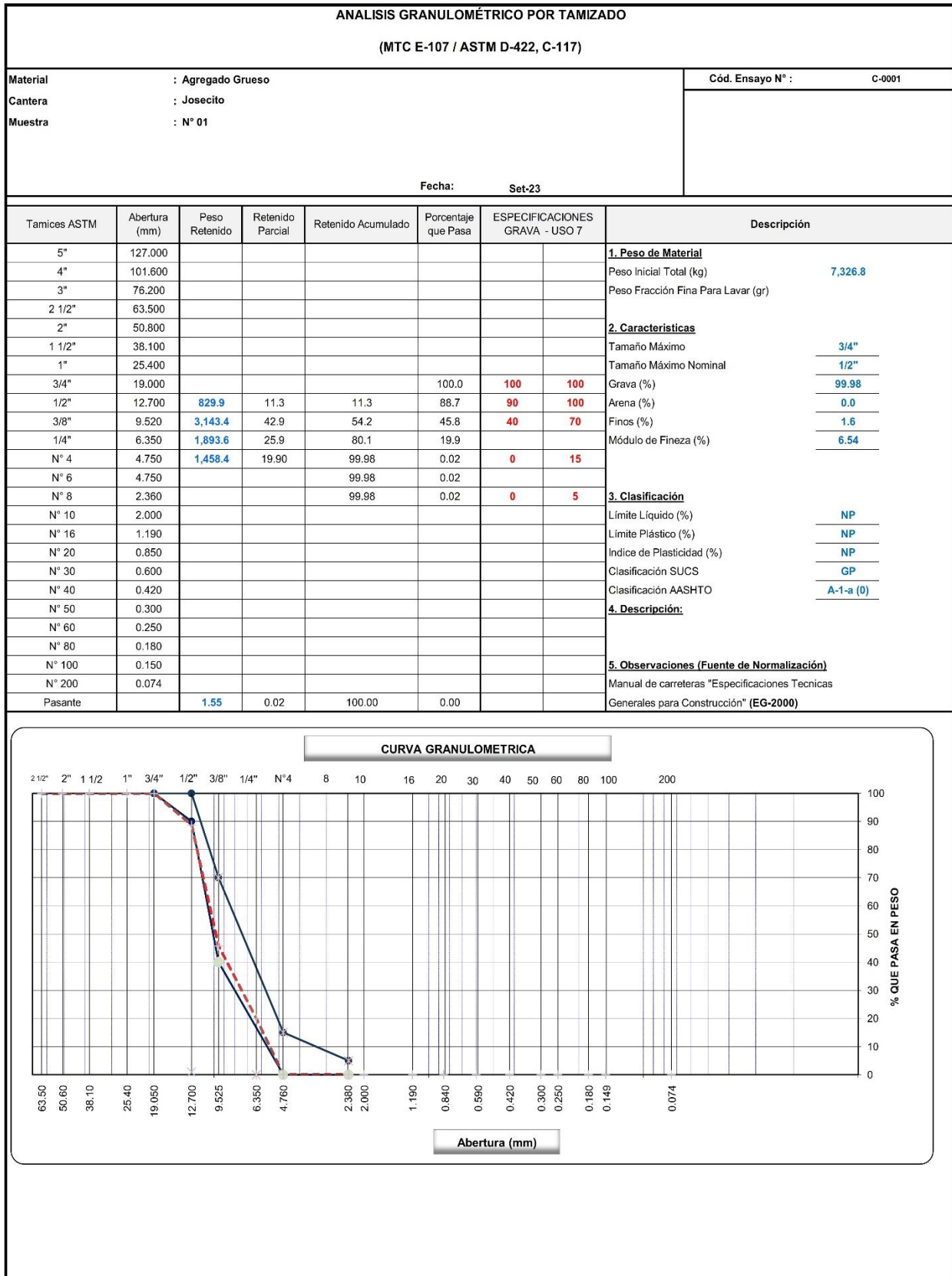
**Tabla 45.***Gravedad específica y absorción del agregado fino de la cantera Grupo Josecito.*

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN							
(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)							
<b>Material</b> : Agregado fino				<b>Cód. Ensayo N°</b> : C-0004			
<b>Cantera</b> : Josecito							
<b>Muestra</b> : N° 01							
<b>Fecha:</b> 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
<b>OBSERVACIONES :</b>							



**Tabla 46.**

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



**Tabla 47.***Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Grupo Josecito.*

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
(MTC E-108 / ASTM D-2216)		
<b>Material</b>	: Agregado Grueso	<b>Cód. Ensayo N° :</b> C-0002
<b>Cantera</b>	: Josecito	
<b>Muestra</b>	: N° 01	
<b>Fecha:</b> Set-23		
<b>1. Contenido de Humedad Muestra Integral :</b>		
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
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	7.59
Peso de la muestra seca (gr)	349.9	285.9
Contenido de Humedad (%)	2.59	2.66
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>2.62</b>	

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

<b>PESO UNITARIO Y VACIOS</b>			
(MTC E-203 / ASTM C-29)			
<b>Material</b>	: Agregado Grueso		<b>Cód. Ensayo N°</b> : C-0003
<b>Cantera</b>	: Josecito		
<b>Muestra</b>	: N° 01		
<b>Fecha:</b>			Set-23
<b>1. AGREGADO GRUESO</b>			
<b>1. Contenido de Humedad</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
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	
<b>Contenido de Humedad Promedio (%)</b>	<b>2.62</b>		
<b>1. Peso Unitario Suelto</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Suelto Seco</b>	<b>1.372</b>		
<b>1. Peso Unitario Compactado</b>			
<b>Descripcion</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
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
<b>Peso Unitario Compactado Seco</b>	<b>1.579</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b>			

**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	
<b>OBSERVACIONES :</b>							

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

<b>ABRASION LOS ANGELES</b>					
(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.*

<b>ABRASION LOS ANGELES</b>						
(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				<b>5016</b>		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas						
Porcentaje Obtenido				<b>19.7</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b>						

**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							
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.</b>																					
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 <sub>c</sub> 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	<b>36928.00</b>	<b>208.97</b>	<b>210</b>	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	<b>36326.36</b>	<b>200.19</b>	<b>210</b>	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	<b>36625.14</b>	<b>204.52</b>	<b>210</b>	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							
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.</b>																					
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 <sub>c</sub> 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	<b>43162.54</b>	<b>241.03</b>	<b>210</b>	>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	<b>45164.24</b>	<b>255.58</b>	<b>210</b>	>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	<b>44011.96</b>	<b>242.55</b>	<b>210</b>	>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							
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.</b>																					
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 <sub>c</sub> 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	<b>33986.11</b>	<b>189.78</b>	<b>210</b>	>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	<b>34890.60</b>	<b>192.28</b>	<b>210</b>	>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	<b>32900.12</b>	<b>188.68</b>	<b>210</b>	>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							
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS.</b>																					
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 <sub>c</sub> 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	<b>39991.22</b>	<b>220.39</b>	<b>210</b>	>100.00%	104.95%			X		
	29/09/2023	2	28	27/10/2023	15.10	29.80	179.08	5,336.54	12296	2.304	404.27	<b>41224.06</b>	<b>230.20</b>	<b>210</b>	>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	<b>39989.18</b>	<b>226.29</b>	<b>210</b>	>100.00%	107.76%					X



**Tabla 56.**

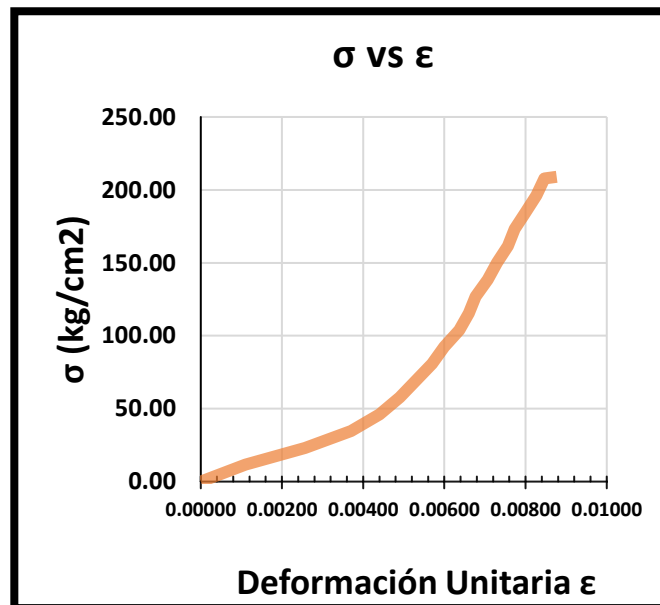
*Probeta 01; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.*

Área Probeta: 176.71 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 30 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

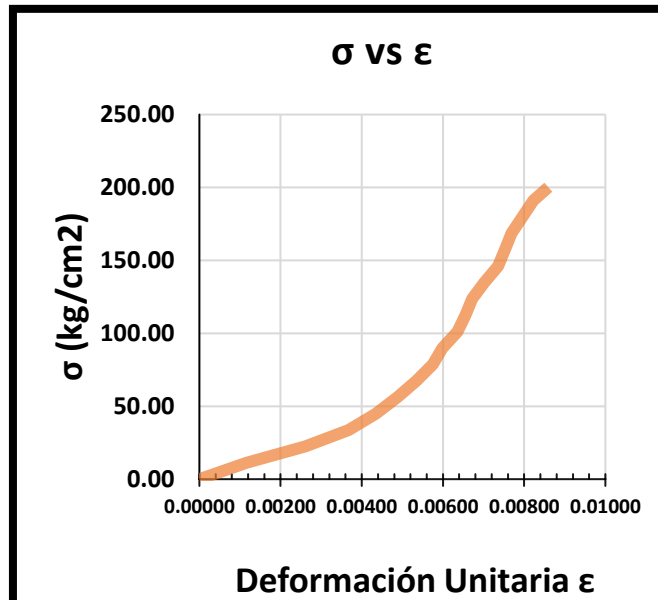
*Probeta 02; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.*

Área Probeta: 181.46 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 29.9 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

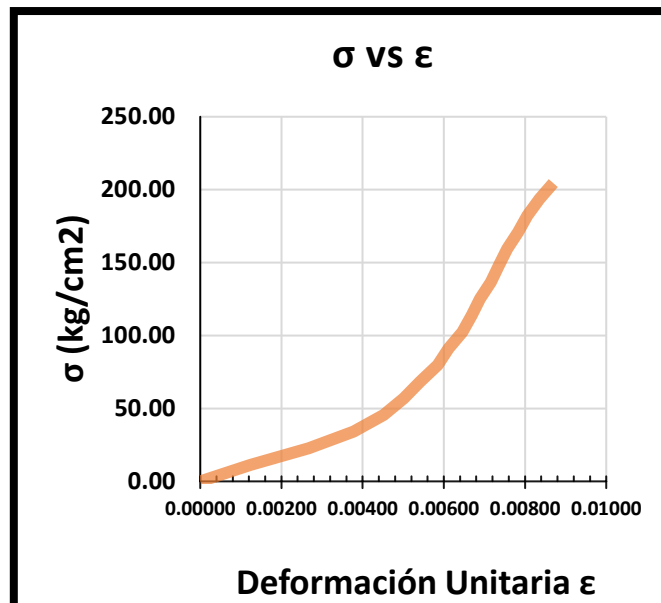
*Probeta 03; Carga y Deformación a los 14 días cantera Manuel Olano Constructor.*

Área Probeta: 179.08 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 30.1 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

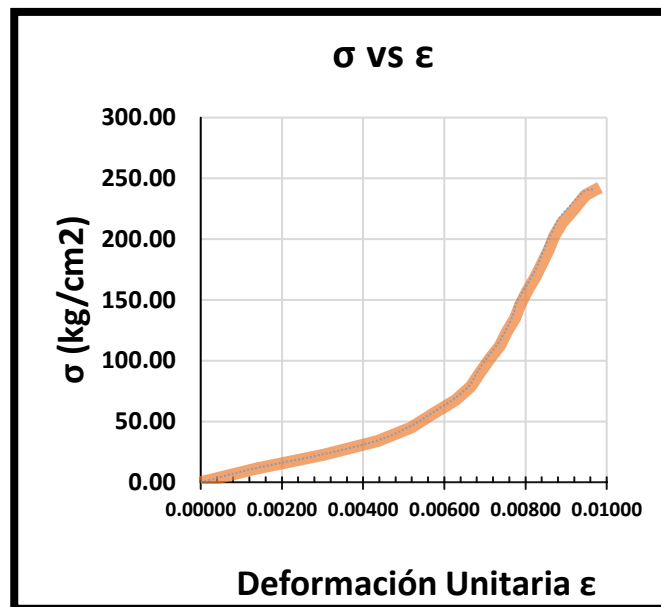
*Probeta 01; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.*

Área Probeta: 179.08 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 30.2 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

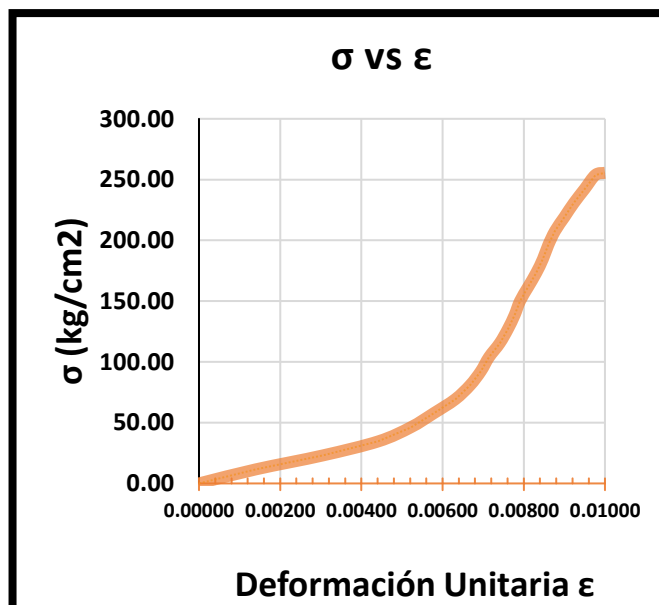
*Probeta 02; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.*

Área Probeta: 176.71 cm<sup>2</sup>    Altura Probeta: 30.1 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

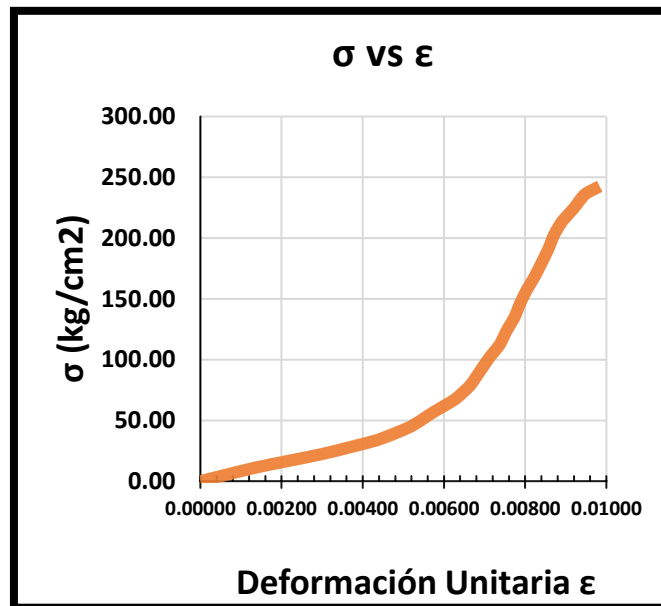
*Probeta 03; Carga y Deformación a los 28 días cantera Manuel Olano Constructor.*

Área Probeta: 181.46 cm<sup>2</sup>    Altura Probeta: 30.1 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

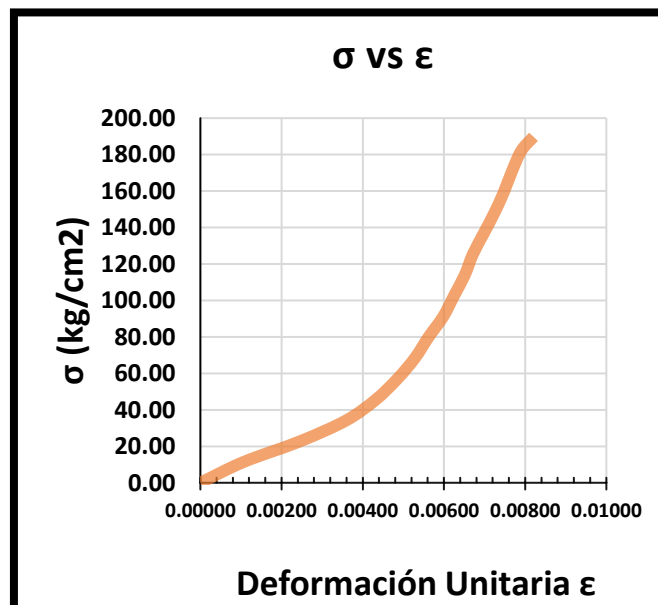
*Probeta 01; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.*

Área Probeta: 179.08 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 30.1 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	$\epsilon$	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

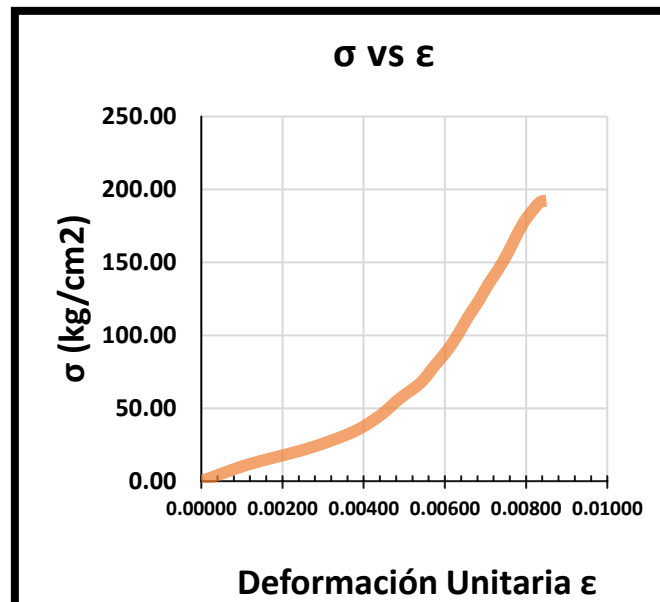
*Probeta 02; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.*

Área Probeta: 181.46 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 30 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	$\epsilon$	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

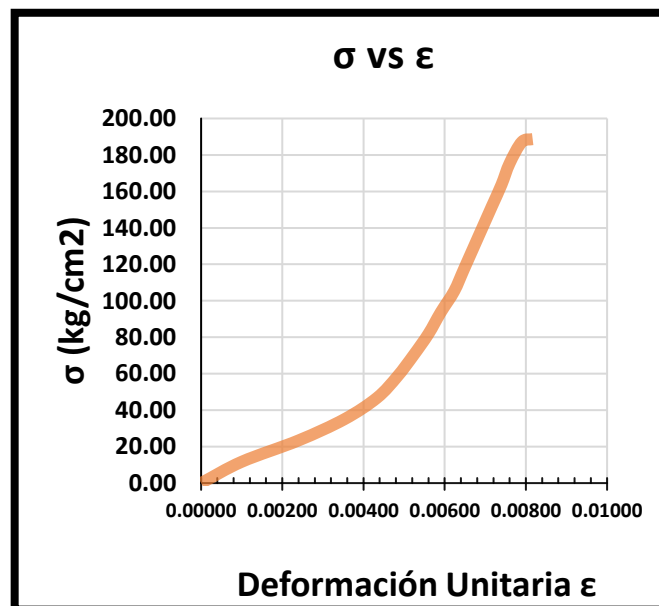
*Probeta 03; Carga y Deformación a los 14 días cantera Grupo Josecito.*

Área Probeta: 174.37 cm<sup>2</sup>      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.**

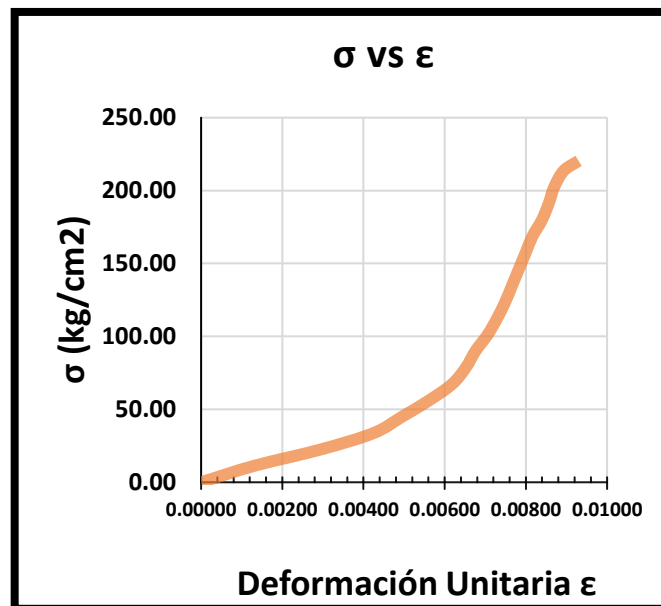
*Probeta 01; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.*

Área Probeta: 181.46 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 29.9 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

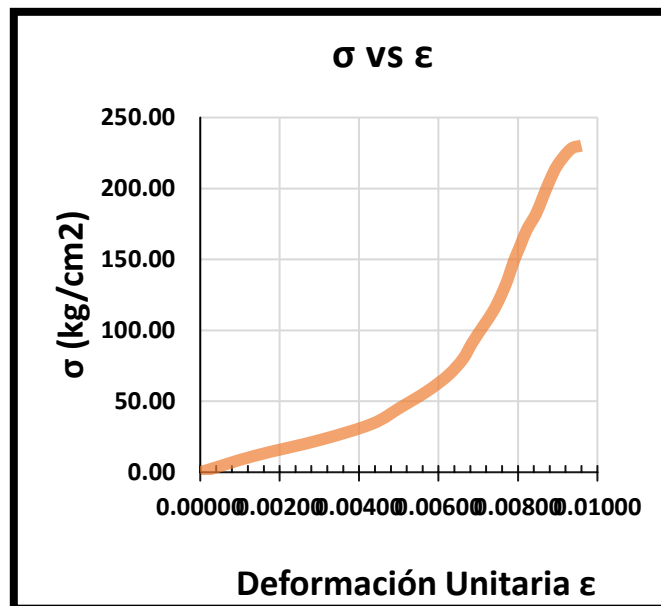
*Probeta 02; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.*

Área Probeta: 179.08 cm<sup>2</sup>      Altura Probeta: 29.8 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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.**

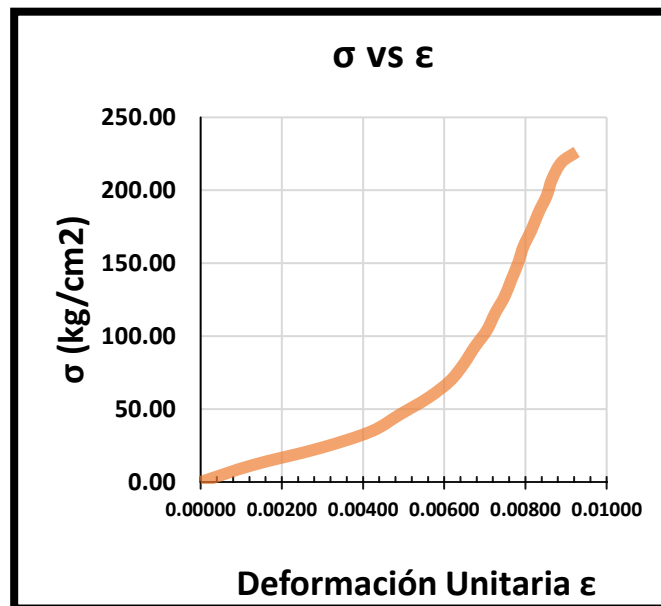
*Probeta 03; Carga y Deformación a los 28 días cantera Grupo Josecito.*

Área Probeta: 176.71 cm<sup>2</sup>    Altura Probeta: 29.9 cm

Código	Carga (Kn)	Deformación	d (m)	ε	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
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)									
<b>SOLICITA :</b> BACHILLER JUAN CARLOS TORO NIÑO									
<b>PROYECTO :</b> "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"									
<b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN - REGIÓN CAJAMARCA									
<b>MATERIAL :</b> AGREGADO FINO/CONCRETO					<b>MUESTRA :</b> CANTERA OLANO				
<b>FECHA :</b> SETIEMBRE 2023					<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 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				
<b>TOTALES</b>		<b>2500.00</b>			<b>100</b>				<b>10.68</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>									
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 LABORATORISTA

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*



DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO AL SULFATO DE SODIO									
AASHTO T 104 / ASTM C 88 / (MTC E 209-2000)									
<b>SOLICITA</b> : BACHILLER JUAN CARLOS TORO NIÑO									
<b>PROYECTO</b> : "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 "									
<b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAEN, PROVINCIA JAEN - REGIÓN CAJAMARCA									
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO/CONCRETO					<b>MUESTRA</b> : CANTERA OLANO				
<b>FECHA</b> : SETIEMBRE 2023					<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 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
<b>TOTALES</b>		<b>15340</b>			<b>100</b>				<b>9.13</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>									
Ciclos: 5									
Fecha de inicio de ensayo: 20/092023									
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 Tuesta  
 INGENIERO RESPONSABLE CIP 10221

**Tabla 70.**

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



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				
<b>TOTALES</b>		<b>2465.00</b>			<b>100</b>				<b>7.64</b>
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 Tugala  
 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
<b>TOTALES</b>		<b>15315</b>			<b>100</b>				<b>8.61</b>
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

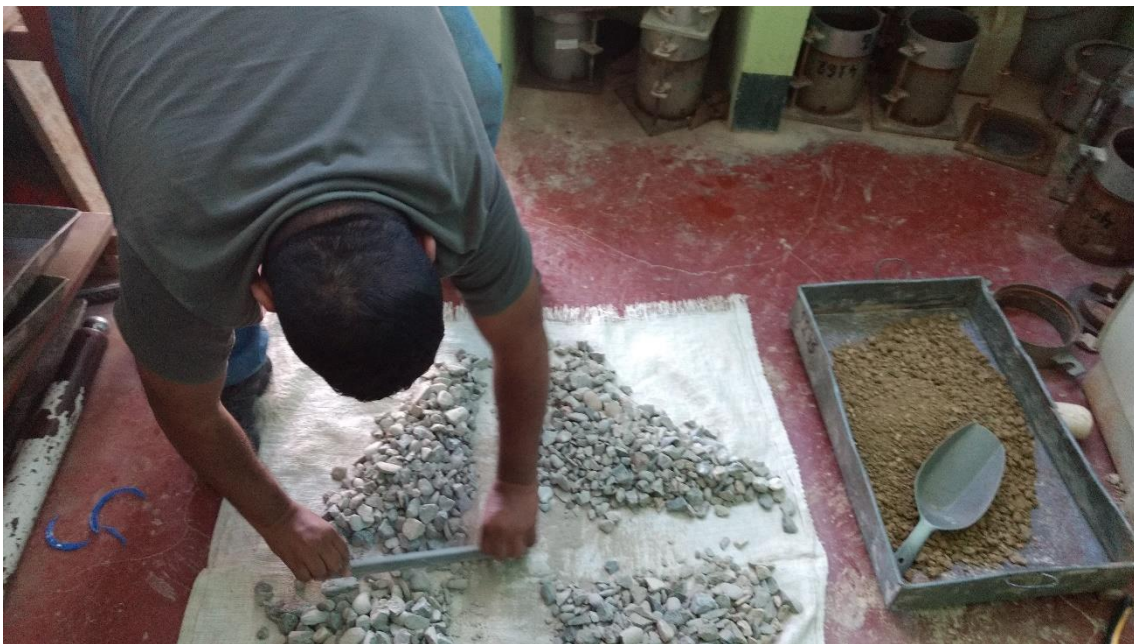
MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Luis G. Meléndez Irujo  
 ING. RESPONSABLE CIP 35221



**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*



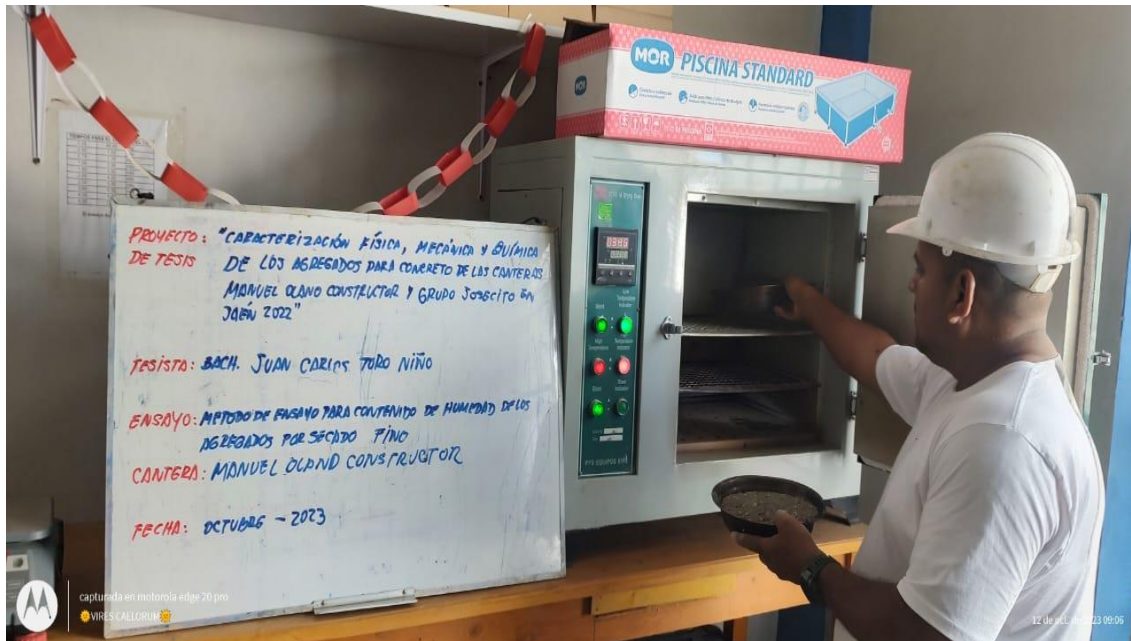
**Figura 17.**

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



**Figura 18.**

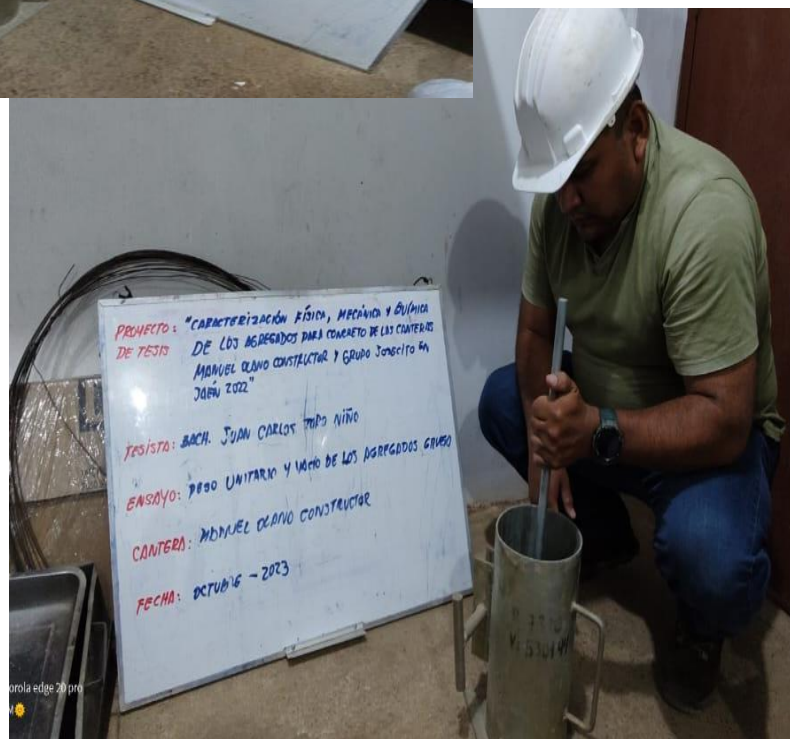
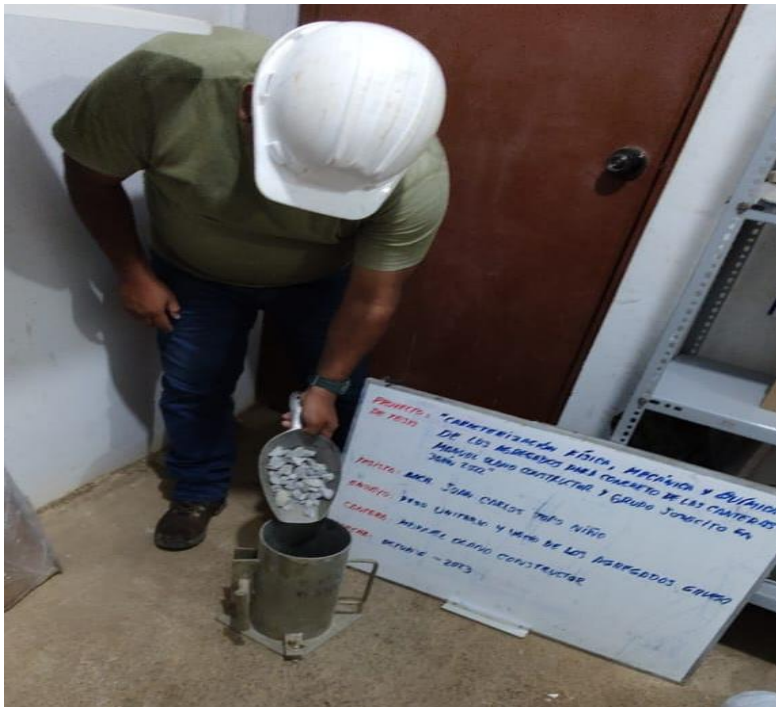
*Trabajo de laboratorio, ensayo de contenido de humedad del agregado fino de las canteras Manuel Olano Constructor y Grupo Josecito.*





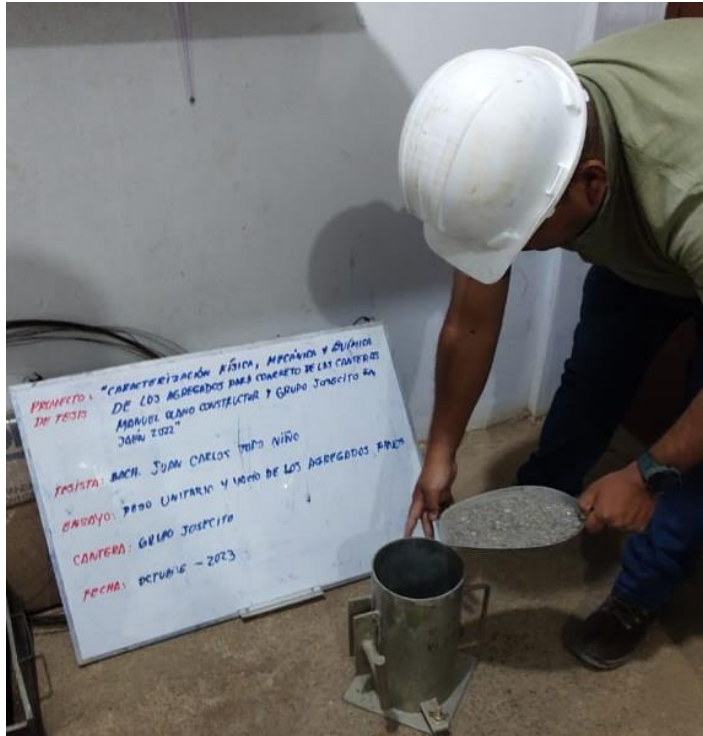
**Figura 19.**

*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.*

