

# **BASES ESTÁNDAR DE ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA PARA LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS EN GENERAL**

*Aprobado mediante Directiva N°001-2019-OSCE/CD*



**SUB DIRECCIÓN DE NORMATIVIDAD – DIRECCIÓN TÉCNICO NORMATIVA**  
**ORGANISMO SUPERVISOR DE LAS CONTRATACIONES DEL ESTADO - OSCE**

**SIMBOLOGÍA UTILIZADA:**

N°	Símbolo	Descripción
1	[ABC] / [.....]	La información solicitada dentro de los corchetes sombreados debe ser completada por la Entidad durante la elaboración de las bases.
2	[ABC] / [.....]	Es una indicación, o información que deberá ser completada por la Entidad con posterioridad al otorgamiento de la buena pro para el caso específico de la elaboración de la PROFORMA DEL CONTRATO; o por los proveedores, en el caso de los ANEXOS de la oferta.
3	<div>Importante</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abc</li> </ul>	Se refiere a consideraciones importantes a tener en cuenta por el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda y por los proveedores.
4	<div>Advertencia</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abc</li> </ul>	Se refiere a advertencias a tener en cuenta por el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda y por los proveedores.
5	<div>Importante para la Entidad</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Xyz</li> </ul>	Se refiere a consideraciones importantes a tener en cuenta por el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda y deben ser eliminadas una vez culminada la elaboración de las bases.

**CARACTERÍSTICAS DEL DOCUMENTO:**

Las bases estándar deben ser elaboradas en formato WORD, y deben tener las siguientes características:

N°	Características	Parámetros
1	Márgenes	Superior : 2.5 cm      Inferior: 2.5 cm Izquierda: 2.5 cm      Derecha: 2.5 cm
2	Fuente	Arial
3	Estilo de Fuente	Normal: Para el contenido en general Cursiva: Para el encabezado y pie de página Para las Consideraciones importantes (Ítem 3 del cuadro anterior)
4	Color de Fuente	Automático: Para el contenido en general Azul : Para las Consideraciones importantes (Ítem 3 del cuadro anterior)
5	Tamaño de Letra	16 : Para las dos primeras hojas de las Secciones General y Específica 11 : Para el nombre de los Capítulos. 10 : Para el cuerpo del documento en general 9 : Para el encabezado y pie de página Para el contenido de los cuadros, pudiendo variar, según la necesidad 8 : Para las Notas al pie
6	Alineación	Justificada: Para el contenido en general y notas al pie. Centrada : Para la primera página, los títulos de las Secciones y nombres de los Capítulos)
7	Interlineado	Sencillo
8	Espaciado	Anterior : 0 Posterior : 0
9	Subrayado	Para los nombres de las Secciones y para resaltar o hacer hincapié en algún concepto

**INSTRUCCIONES DE USO:**

- Una vez registrada la información solicitada dentro de los corchetes sombreados en gris, el texto deberá quedar en letra tamaño 10, con estilo normal, sin formato de negrita y sin sombreado.
- La nota **IMPORTANTE** no puede ser modificada ni eliminada en la Sección General. En el caso de la Sección Específica debe seguirse la instrucción que se indica en dicha nota.

Elaboradas en enero de 2019

Modificadas en marzo, junio y diciembre de 2019, julio 2020, julio y diciembre 2021, junio y octubre de 2022

## **BASES ESTÁNDAR DE ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA PARA LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS EN GENERAL**

### **ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**

#### **SEGUNDA CONVOCATORIA**

### **CONTRATACIÓN DE SERVICIO DE**

**PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFALTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA) para la obra “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACION VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES – VIA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA – VIA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACION, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA AREQUIPA, REGIÓN AREQUIPA” COMPONENTE VÍAS TRAMO III**

## **DEBER DE COLABORACIÓN**

La Entidad y todo proveedor que se someta a las presentes Bases, sea como participante, postor y/o contratista, deben conducir su actuación conforme a los principios previstos en la Ley de Contrataciones del Estado.

En este contexto, se encuentran obligados a prestar su colaboración al OSCE y a la Secretaría Técnica de la Comisión de Defensa de la Libre Competencia del INDECOPI, en todo momento según corresponda a sus competencias, a fin de comunicar presuntos casos de fraude, colusión y corrupción por parte de los funcionarios y servidores de la Entidad, así como los proveedores y demás actores que participan en el proceso de contratación.

De igual forma, deben poner en conocimiento del OSCE y a la Secretaría Técnica de la Comisión de Defensa de la Libre Competencia del INDECOPI los indicios de conductas anticompetitivas que se presenten durante el proceso de contratación, en los términos del Decreto Legislativo N° 1034, "Ley de Represión de Conductas Anticompetitivas", o norma que la sustituya, así como las demás normas de la materia.

La Entidad y todo proveedor que se someta a las presentes Bases, sea como participante, postor y/o contratista del proceso de contratación deben permitir al OSCE o a la Secretaría Técnica de la Comisión de Defensa de la Libre Competencia del INDECOPI el acceso a la información referida a las contrataciones del Estado que sea requerida, prestar testimonio o absolución de posiciones que se requieran, entre otras formas de colaboración.



## **SECCIÓN GENERAL**

### **DISPOSICIONES COMUNES DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN**

(ESTA SECCIÓN NO DEBE SER MODIFICADA EN NINGÚN EXTREMO, BAJO SANCIÓN DE NULIDAD)

## CAPÍTULO I ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

### 1.1. REFERENCIAS

Cuando en el presente documento se mencione la palabra Ley, se entiende que se está haciendo referencia a la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado, y cuando se mencione la palabra Reglamento, se entiende que se está haciendo referencia al Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado aprobado por Decreto Supremo N° 344-2018-EF.

Las referidas normas incluyen sus respectivas modificaciones, de ser el caso.

### 1.2. CONVOCATORIA

Se realiza a través de su publicación en el SEACE de conformidad con lo señalado en el artículo 54 del Reglamento, en la fecha señalada en el calendario del procedimiento de selección, debiendo adjuntar las bases y resumen ejecutivo.

### 1.3. REGISTRO DE PARTICIPANTES

El registro de participantes se realiza conforme al artículo 55 del Reglamento. En el caso de un consorcio, basta que se registre uno (1) de sus integrantes.

#### Importante

- *Para registrarse como participante en un procedimiento de selección convocado por las Entidades del Estado Peruano, es necesario que los proveedores cuenten con inscripción vigente y estar habilitados ante el Registro Nacional de Proveedores (RNP) que administra el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE). Para obtener mayor información, se puede ingresar a la siguiente dirección electrónica: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe).*
- *Los proveedores que deseen registrar su participación deben ingresar al SEACE utilizando su Certificado SEACE (usuario y contraseña). Asimismo, deben observar las instrucciones señaladas en el documento de orientación “Guía para el registro de participantes electrónico” publicado en <https://www2.seace.gob.pe/>.*
- *En caso los proveedores no cuenten con inscripción vigente en el RNP y/o se encuentren inhabilitados o suspendidos para ser participantes, postores y/o contratistas, el SEACE restringirá su registro, quedando a potestad de estos intentar nuevamente registrar su participación en el procedimiento de selección en cualquier otro momento, dentro del plazo establecido para dicha etapa, siempre que haya obtenido la vigencia de su inscripción o quedado sin efecto la sanción que le impuso el Tribunal de Contrataciones del Estado.*

### 1.4. FORMULACIÓN DE CONSULTAS Y OBSERVACIONES A LAS BASES

La formulación de consultas y observaciones a las bases se efectúa de conformidad con lo establecido en los numerales 72.1 y 72.2 del artículo 72 del Reglamento, así como el literal a) del artículo 89 del Reglamento.

#### Importante

*No pueden formularse consultas ni observaciones respecto del contenido de una ficha de homologación aprobada. Las consultas y observaciones que se formulen sobre el particular, se tienen como no presentadas.*

### 1.5. ABSOLUCIÓN DE CONSULTAS, OBSERVACIONES E INTEGRACIÓN DE BASES

La absolución de consultas, observaciones e integración de las bases se realizan conforme a las disposiciones previstas en el numeral 72.4 del artículo 72 del Reglamento y el literal a) del artículo 89 del Reglamento.

#### Importante

- *No se absolverán consultas y observaciones a las bases que se presenten en forma física.*
- *Cuando exista divergencia entre lo indicado en el pliego de absolución de consultas y observaciones y la integración de bases, prevalece lo absuelto en el referido pliego; sin perjuicio, del deslinde de responsabilidades correspondiente.*

### 1.6. FORMA DE PRESENTACIÓN DE OFERTAS

Las ofertas se presentan conforme lo establecido en el artículo 59 y en el artículo 90 del Reglamento.

Las declaraciones juradas, formatos o formularios previstos en las bases que conforman la oferta deben estar debidamente firmados por el postor (firma manuscrita o digital, según la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales<sup>1</sup>). Los demás documentos deben ser visados por el postor. En el caso de persona jurídica, por su representante legal, apoderado o mandatario designado para dicho fin y, en el caso de persona natural, por este o su apoderado. No se acepta el pegado de la imagen de una firma o visto. Las ofertas se presentan foliadas.

#### Importante

- *Los formularios electrónicos que se encuentran en el SEACE y que los proveedores deben llenar para presentar sus ofertas, tienen carácter de declaración jurada.*
- *En caso la información contenida en los documentos escaneados que conforman la oferta no coincida con lo declarado a través del SEACE, prevalece la información declarada en los documentos escaneados.*
- *No se tomarán en cuenta las ofertas que se presenten en físico a la Entidad.*

### 1.7. PRESENTACIÓN Y APERTURA DE OFERTAS

El participante presentará su oferta de manera electrónica a través del SEACE, desde las 00:01 horas hasta las 23:59 horas del día establecido para el efecto en el cronograma del procedimiento; adjuntando el archivo digitalizado que contenga los documentos que conforman la oferta de acuerdo a lo requerido en las bases.

El participante debe verificar antes de su envío, bajo su responsabilidad, que el archivo pueda ser descargado y su contenido sea legible.

#### Importante

*Los integrantes de un consorcio no pueden presentar ofertas individuales ni conformar más de un consorcio en un procedimiento de selección, o en un determinado ítem cuando se trate de procedimientos de selección según relación de ítems.*

<sup>1</sup> Para mayor información sobre la normativa de firmas y certificados digitales ingresar a: <https://www.indecopi.gob.pe/web/firmas-digitales/firmar-y-certificados-digitales>

En la apertura electrónica de la oferta, el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, verifica la presentación de lo exigido en la sección específica de las bases de conformidad con el numeral 73.2 del artículo 73 del Reglamento y determina si las ofertas responden a las características y/o requisitos y condiciones de los Términos de Referencia, detallados en la sección específica de las bases. De no cumplir con lo requerido, la oferta se considera no admitida.

## **1.8. EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS**

La evaluación de las ofertas se realiza conforme a lo establecido en el numeral 74.1 y el literal a) del numeral 74.2 del artículo 74 del Reglamento.

En el supuesto de que dos (2) o más ofertas empaten, la determinación del orden de prelación de las ofertas empatadas se efectúa siguiendo estrictamente el orden establecido en el numeral 91.1 del artículo 91 del Reglamento.

El desempate mediante sorteo se realiza de manera electrónica a través del SEACE.

### **Importante**

*En el caso de contratación de servicios en general que se presten fuera de la provincia de Lima y Callao, cuyo valor estimado no supere los doscientos mil Soles (S/ 200,000.00), a solicitud del postor se asigna una bonificación equivalente al diez por ciento (10%) sobre el puntaje total obtenido por los postores con domicilio en la provincia donde prestará el servicio, o en las provincias colindantes, sean o no pertenecientes al mismo departamento o región. El domicilio es el consignado en la constancia de inscripción ante el RNP<sup>2</sup>. Lo mismo aplica en el caso de procedimientos de selección por relación de ítems, cuando algún ítem no supera el monto señalado anteriormente.*

## **1.9. CALIFICACIÓN DE OFERTAS**

La calificación de las ofertas se realiza conforme a lo establecido en los numerales 75.1 y 75.2 del artículo 75 del Reglamento.

## **1.10. SUBSANACIÓN DE LAS OFERTAS**

La subsanación de las ofertas se sujeta a lo establecido en el artículo 60 del Reglamento. El plazo que se otorgue para la subsanación no puede ser inferior a un (1) día hábil

La solicitud de subsanación se realiza de manera electrónica a través del SEACE y será remitida al correo electrónico consignado por el postor al momento de realizar su inscripción en el RNP, siendo su responsabilidad el permanente seguimiento de las notificaciones a dicho correo. La notificación de la solicitud se entiende efectuada el día de su envío al correo electrónico.

La presentación de las subsanaciones se realiza a través del SEACE. No se tomará en cuenta la subsanación que se presente en físico a la Entidad.

## **1.11. RECHAZO DE LAS OFERTAS**

Previo al otorgamiento de la buena pro, el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, revisa las ofertas económicas que cumplen los requisitos de calificación, de conformidad con lo establecido para el rechazo de ofertas, previsto en el artículo 68 del Reglamento, de ser el caso.

<sup>2</sup> La constancia de inscripción electrónica se visualizará en el portal web del Registro Nacional de Proveedores: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe)

De rechazarse alguna de las ofertas calificadas, el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, revisa el cumplimiento de los requisitos de calificación de los postores que siguen en el orden de prelación, en caso las hubiere.

#### **1.12. OTORGAMIENTO DE LA BUENA PRO**

Definida la oferta ganadora, el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, otorga la buena pro mediante su publicación en el SEACE, incluyendo el cuadro comparativo y las actas debidamente motivadas de los resultados de la admisión, no admisión, evaluación, calificación, descalificación, rechazo y el otorgamiento de la buena pro.

#### **1.13. CONSENTIMIENTO DE LA BUENA PRO**

Cuando se hayan presentado dos (2) o más ofertas, el consentimiento de la buena pro se produce a los cinco (5) días hábiles siguientes de la notificación de su otorgamiento, sin que los postores hayan ejercido el derecho de interponer el recurso de apelación.

En caso que se haya presentado una sola oferta, el consentimiento de la buena pro se produce el mismo día de la notificación de su otorgamiento.

El consentimiento del otorgamiento de la buena pro se publica en el SEACE al día hábil siguiente de producido.

##### **Importante**

*Una vez consentido el otorgamiento de la buena pro, el órgano encargado de las contrataciones o el órgano de la Entidad al que se haya asignado tal función realiza la verificación de la oferta presentada por el postor ganador de la buena pro conforme lo establecido en el numeral 64.6 del artículo 64 del Reglamento.*

## CAPÍTULO II

### SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS DURANTE EL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

#### 2.1. RECURSO DE APELACIÓN

A través del recurso de apelación se pueden impugnar los actos dictados durante el desarrollo del procedimiento de selección hasta antes del perfeccionamiento del contrato.

El recurso de apelación se presenta ante la Entidad convocante, y es conocido y resuelto por su Titular, cuando el valor estimado sea igual o menor a cincuenta (50) UIT. Cuando el valor estimado sea mayor a dicho monto, el recurso de apelación se presenta ante y es resuelto por el Tribunal de Contrataciones del Estado.

En los procedimientos de selección según relación de ítems, el valor estimado total del procedimiento determina ante quién se presenta el recurso de apelación.

Los actos que declaren la nulidad de oficio, la cancelación del procedimiento de selección y otros actos emitidos por el Titular de la Entidad que afecten la continuidad de este, se impugnan ante el Tribunal de Contrataciones del Estado.

#### Importante

- *Una vez otorgada la buena pro, el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, está en la obligación de permitir el acceso de los participantes y postores al expediente de contratación, salvo la información calificada como secreta, confidencial o reservada por la normativa de la materia, a más tardar dentro del día siguiente de haberse solicitado por escrito.*

*Luego de otorgada la buena pro no se da a conocer las ofertas cuyos requisitos de calificación no fueron analizados y revisados por el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda.*

- *A efectos de recoger la información de su interés, los postores pueden valerse de distintos medios, tales como: (i) la lectura y/o toma de apuntes, (ii) la captura y almacenamiento de imágenes, e incluso (iii) pueden solicitar copia de la documentación obrante en el expediente, siendo que, en este último caso, la Entidad deberá entregar dicha documentación en el menor tiempo posible, previo pago por tal concepto.*
- *El recurso de apelación se presenta ante la Mesa de Partes del Tribunal o ante las oficinas desconcentradas del OSCE, o en la Unidad de Trámite Documentario de la Entidad, según corresponda.*

#### 2.2. PLAZOS DE INTERPOSICIÓN DEL RECURSO DE APELACIÓN

La apelación contra el otorgamiento de la buena pro o contra los actos dictados con anterioridad a ella se interpone dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes de haberse notificado el otorgamiento de la buena pro.

La apelación contra los actos dictados con posterioridad al otorgamiento de la buena pro, contra la declaración de nulidad, cancelación y declaratoria de desierto del procedimiento, se interpone dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes de haberse tomado conocimiento del acto que se desea impugnar.

### CAPÍTULO III DEL CONTRATO

#### 3.1. PERFECCIONAMIENTO DEL CONTRATO

Los plazos y el procedimiento para perfeccionar el contrato se realiza conforme a lo indicado en el artículo 141 del Reglamento.

El contrato se perfecciona con la suscripción del documento que lo contiene, salvo en los contratos cuyo monto del valor estimado no supere los doscientos mil Soles (S/ 200,000.00), en los que se puede perfeccionar con la recepción de la orden de servicios, conforme a lo previsto en la sección específica de las bases.

En el caso de procedimientos de selección por relación de ítems, se puede perfeccionar el contrato con la suscripción del documento o con la recepción de una orden de servicios, cuando el valor estimado del ítem corresponda al parámetro establecido en el párrafo anterior.

#### Importante

*El órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, debe consignar en la sección específica de las bases la forma en que se perfeccionará el contrato, sea con la suscripción del contrato o la recepción de la orden de servicios. En caso la Entidad perfeccione el contrato con la recepción de la orden de servicios no debe incluir la proforma del contrato establecida en el Capítulo V de la sección específica de las bases.*

Para perfeccionar el contrato, el postor ganador de la buena pro debe presentar los documentos señalados en el artículo 139 del Reglamento y los previstos en la sección específica de las bases.

#### 3.2. GARANTÍAS

Las garantías que deben otorgar los postores y/o contratistas, según corresponda, son las de fiel cumplimiento del contrato y por los adelantos.

##### 3.2.1. GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO

Como requisito indispensable para perfeccionar el contrato, el postor ganador debe entregar a la Entidad la garantía de fiel cumplimiento del mismo por una suma equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato original. Esta se mantiene vigente hasta la conformidad de la recepción de la prestación a cargo del contratista.

##### 3.2.2. GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO POR PRESTACIONES ACCESORIAS

En las contrataciones que conllevan la ejecución de prestaciones accesorias, tales como mantenimiento, reparación o actividades afines, se otorga una garantía adicional por una suma equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato de la prestación accesoria, la misma que debe ser renovada periódicamente hasta el cumplimiento total de las obligaciones garantizadas.

#### Importante

- *En los contratos cuyos montos sean iguales o menores a doscientos mil Soles (S/ 200,000.00), no corresponde presentar garantía de fiel cumplimiento de contrato ni garantía de fiel cumplimiento por prestaciones accesorias. Dicha excepción también aplica a los contratos derivados de procedimientos de selección por relación de ítems, cuando el monto del ítem adjudicado o la sumatoria de los montos de los ítems adjudicados no superen el monto señalado anteriormente, conforme a lo dispuesto en el literal a) del artículo 152 del Reglamento.*
- *En los contratos periódicos de prestación de servicios en general que celebren las Entidades con las micro y pequeñas empresas, estas últimas pueden otorgar como garantía de fiel cumplimiento el diez por ciento (10%) del monto del contrato, porcentaje que es retenido por la Entidad durante la primera mitad del número total de pagos a realizarse, de forma prorrateada en cada pago, con cargo a ser devuelto a la finalización del mismo, conforme lo establecen los numerales 149.4 y 149.5 del artículo 149 del Reglamento y el numeral 151.2 del artículo 151 del Reglamento.*

### **3.2.3. GARANTÍA POR ADELANTO**

En caso se haya previsto en la sección específica de las bases la entrega de adelantos, el contratista debe presentar una garantía emitida por idéntico monto conforme a lo estipulado en el artículo 153 del Reglamento.

### **3.3. REQUISITOS DE LAS GARANTÍAS**

Las garantías que se presenten deben ser incondicionales, solidarias, irrevocables y de realización automática en el país, al solo requerimiento de la Entidad. Asimismo, deben ser emitidas por empresas que se encuentren bajo la supervisión directa de la Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones y que cuenten con clasificación de riesgo B o superior. Asimismo, deben estar autorizadas para emitir garantías; o estar consideradas en la última lista de bancos extranjeros de primera categoría que periódicamente publica el Banco Central de Reserva del Perú.

#### **Importante**

*Corresponde a la Entidad verificar que las garantías presentadas por el postor ganador de la buena pro y/o contratista cumplan con los requisitos y condiciones necesarios para su aceptación y eventual ejecución, sin perjuicio de la determinación de las responsabilidades funcionales que correspondan.*

#### **Advertencia**

*Los funcionarios de las Entidades no deben aceptar garantías emitidas bajo condiciones distintas a las establecidas en el presente numeral, debiendo tener en cuenta lo siguiente:*

- 1. La clasificadora de riesgo que asigna la clasificación a la empresa que emite la garantía debe encontrarse listada en el portal web de la SBS (<http://www.sbs.gob.pe/sistema-financiero/clasificadoras-de-riesgo>).*
- 2. Se debe identificar en la página web de la clasificadora de riesgo respectiva, cuál es la clasificación vigente de la empresa que emite la garantía, considerando la vigencia a la fecha de emisión de la garantía.*
- 3. Para fines de lo establecido en el artículo 148 del Reglamento, la clasificación de riesgo B, incluye las clasificaciones B+ y B.*
- 4. Si la empresa que otorga la garantía cuenta con más de una clasificación de riesgo emitida por distintas empresas listadas en el portal web de la SBS, bastará que en una de ellas cumpla con la clasificación mínima establecida en el Reglamento.*

*En caso exista alguna duda sobre la clasificación de riesgo asignada a la empresa emisora de la garantía, se deberá consultar a la clasificadora de riesgos respectiva.*



*De otro lado, además de cumplir con el requisito referido a la clasificación de riesgo, a efectos de verificar si la empresa emisora se encuentra autorizada por la SBS para emitir garantías, debe revisarse el portal web de dicha Entidad (<http://www.sbs.gob.pe/sistema-financiero/relacion-de-empresas-que-se-encuentran-autorizadas-a-emitar-cartas-fianza>).*

*Los funcionarios competentes deben verificar la autenticidad de la garantía a través de los mecanismos establecidos (consulta web, teléfono u otros) por la empresa emisora.*

### **3.4. EJECUCIÓN DE GARANTÍAS**

La Entidad puede solicitar la ejecución de las garantías conforme a los supuestos contemplados en el artículo 155 del Reglamento.

### **3.5. ADELANTOS**

La Entidad puede entregar adelantos directos al contratista, los que en ningún caso exceden en conjunto del treinta por ciento (30%) del monto del contrato original, siempre que ello haya sido previsto en la sección específica de las bases.

### **3.6. PENALIDADES**

#### **3.6.1. PENALIDAD POR MORA EN LA EJECUCIÓN DE LA PRESTACIÓN**

En caso de retraso injustificado del contratista en la ejecución de las prestaciones objeto del contrato, la Entidad le aplica automáticamente una penalidad por mora por cada día de atraso, de conformidad con el artículo 162 del Reglamento.

#### **3.6.2. OTRAS PENALIDADES**

La Entidad puede establecer penalidades distintas a la mencionada en el numeral precedente, según lo previsto en el artículo 163 del Reglamento y lo indicado en la sección específica de las bases.

Estos dos tipos de penalidades se calculan en forma independiente y pueden alcanzar cada una un monto máximo equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato vigente, o de ser el caso, del ítem que debió ejecutarse.

### **3.7. INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATO**

Las causales para la resolución del contrato, serán aplicadas de conformidad con el artículo 36 de la Ley y 164 del Reglamento.

### **3.8. PAGOS**

El pago se realiza después de ejecutada la respectiva prestación, pudiendo contemplarse pagos a cuenta, según la forma establecida en la sección específica de las bases o en el contrato.

La Entidad paga las contraprestaciones pactadas a favor del contratista dentro de los diez (10) días calendario siguientes de otorgada la conformidad de los servicios, siempre que se verifiquen las condiciones establecidas en el contrato para ello, bajo responsabilidad del funcionario competente.

La conformidad se emite en un plazo máximo de siete (7) días de producida la recepción salvo que se requiera efectuar pruebas que permitan verificar el cumplimiento de la obligación, en cuyo caso la conformidad se emite en un plazo máximo de quince (15) días, bajo responsabilidad del funcionario que debe emitir la conformidad.

En el caso que se haya suscrito contrato con un consorcio, el pago se realizará de acuerdo a lo que se indique en el contrato de consorcio.

**Advertencia**

*En caso de retraso en los pagos a cuenta o pago final por parte de la Entidad, salvo que se deba a caso fortuito o fuerza mayor, esta reconoce al contratista los intereses legales correspondientes, de conformidad con el artículo 39 de la Ley y 171 del Reglamento, debiendo repetir contra los responsables de la demora injustificada.*

**3.9. DISPOSICIONES FINALES**

Todos los demás aspectos del presente procedimiento no contemplados en las bases se regirán supletoriamente por la Ley y su Reglamento, así como por las disposiciones legales vigentes.

## **SECCIÓN ESPECÍFICA**

### **CONDICIONES ESPECIALES DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN**

(EN ESTA SECCIÓN LA ENTIDAD DEBERÁ COMPLETAR LA INFORMACIÓN EXIGIDA, DE ACUERDO A LAS INSTRUCCIONES INDICADAS)

## CAPÍTULO I GENERALIDADES

### 1.1. ENTIDAD CONVOCANTE

Nombre : GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
RUC N° : 20498390570  
Domicilio legal : AV. UNION N°200 URB. CESAR VALLEJO (CUADRA 17 AV. KENNEDY)  
Teléfono: : 054-382860  
Correo electrónico: : [procesos@regionarequipa.gob.pe](mailto:procesos@regionarequipa.gob.pe)

### 1.2. OBJETO DE LA CONVOCATORIA

El presente procedimiento de selección tiene por objeto la contratación del **SERVICIO DE PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFALTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA)** para la obra “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACION VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES – VIA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA – VIA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACION, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA AREQUIPA, REGIÓN AREQUIPA” COMPONENTE VÍAS TRAMO III

### 1.3. EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN

El expediente de contratación fue aprobado mediante **RESOLUCIÓN DE LA OFICINA REGIONAL DE ADMINISTRACIÓN N° 1217-2023-GRA/ORA** aprobado el 23 de agosto del 2023.

### 1.4. FUENTE DE FINANCIAMIENTO

RECURSOS ORDINARIOS

#### Importante

*La fuente de financiamiento debe corresponder a aquella prevista en la Ley de Equilibrio Financiero del Presupuesto del Sector Público del año fiscal en el cual se convoca el procedimiento de selección.*

### 1.5. SISTEMA DE CONTRATACIÓN

El presente procedimiento se rige por el sistema de **SUMA ALZADA**, de acuerdo con lo establecido en el expediente de contratación respectivo.

### 1.6. DISTRIBUCIÓN DE LA BUENA PRO

NO CORRESPONDE

### 1.7. ALCANCES DEL REQUERIMIENTO

El alcance de la prestación está definido en el Capítulo III de la presente sección de las bases.

### **1.8. PLAZO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

Los servicios materia de la presente convocatoria se prestarán en el plazo de **(60) Sesenta Dias calendarios Según Términos de Referencia Numeral 6. Plazo de Ejecución del Servicio** en concordancia con lo establecido en el expediente de contratación.

### **1.9. COSTO DE REPRODUCCIÓN Y ENTREGA DE BASES**

Los participantes registrados tienen el derecho de recabar un ejemplar de las bases, para cuyo efecto deben cancelar **S/. 5.00 (Cinco con 00/100 Soles) en CAJA DE LA ENTIDAD sito AV. UNIÓN NRO. 200 URB. CESAR VALLEJO (CUADRA 17 AV. KENNEDY) AREQUIPA - AREQUIPA – PAUCARPATA.**

<b>Importante</b>
-------------------

<i>El costo de entrega de un ejemplar de las bases no puede exceder el costo de su reproducción.</i>
--

### **1.10. BASE LEGAL**

- Ley N° 31638, Ley de Presupuesto del Sector Público para el año fiscal 2023.
- Ley N° 31639, Ley de Equilibrio Financiero del Presupuesto del Sector Público para el año fiscal 2023.
- Decreto Supremo N° 082-2019-EF, que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones del Estado, Ley 30225.
- Decreto Supremo N° 344-2018-EF, que aprueba el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado y sus modificatorias.
- Directivas del OSCE.
- Ley N° 27806, Ley de Transparencia y de Acceso a la Información Pública.
- Decreto Supremo N° 008-2008-TR, Reglamento de la Ley MYPE.
- Decreto Supremo N° 304-2012-EF, TUO de la Ley General del Sistema Nacional del Presupuesto.
- Código Civil

Las referidas normas incluyen sus respectivas modificaciones, de ser el caso.

## CAPÍTULO II DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

### 2.1. CALENDARIO DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

Según el cronograma de la ficha de selección de la convocatoria publicada en el SEACE.

#### Importante

*De conformidad con la vigesimosegunda Disposición Complementaria Final del Reglamento, en caso la Entidad (Ministerios y sus organismos públicos, programas o proyectos adscritos) haya difundido el requerimiento a través del SEACE siguiendo el procedimiento establecido en dicha disposición, no procede formular consultas u observaciones al requerimiento.*

### 2.2. CONTENIDO DE LAS OFERTAS

La oferta contendrá, además de un índice de documentos<sup>3</sup>, la siguiente documentación:

#### 2.2.1. Documentación de presentación obligatoria

##### 2.2.1.1. Documentos para la admisión de la oferta

- a) Declaración jurada de datos del postor. (**Anexo N° 1**)
- b) Documento que acredite la representación de quien suscribe la oferta.

En caso de persona jurídica, copia del certificado de vigencia de poder del representante legal, apoderado o mandatario designado para tal efecto.

En caso de persona natural, copia del documento nacional de identidad o documento análogo, o del certificado de vigencia de poder otorgado por persona natural, del apoderado o mandatario, según corresponda.

En el caso de consorcios, este documento debe ser presentado por cada uno de los integrantes del consorcio que suscriba la promesa de consorcio, según corresponda.

#### Advertencia

*De acuerdo con el artículo 4 del Decreto Legislativo N° 1246, las Entidades están prohibidas de exigir a los administrados o usuarios la información que puedan obtener directamente mediante la interoperabilidad a que se refieren los artículos 2 y 3 de dicho Decreto Legislativo. En esa medida, si la Entidad es usuaria de la Plataforma de Interoperabilidad del Estado – PIDE<sup>4</sup> y siempre que el servicio web se encuentre activo en el Catálogo de Servicios de dicha plataforma, no corresponderá exigir el certificado de vigencia de poder y/o documento nacional de identidad.*

- c) Declaración jurada de acuerdo con el literal b) del artículo 52 del Reglamento (**Anexo N°2**)
- d) Declaración jurada de cumplimiento de los Términos de Referencia contenidos en el numeral 3.1 del Capítulo III de la presente sección. (**Anexo N° 3**)

<sup>3</sup> La omisión del índice no determina la no admisión de la oferta.

<sup>4</sup> Para mayor información de las Entidades usuarias y del Catálogo de Servicios de la Plataforma de Interoperabilidad del Estado – PIDE ingresar al siguiente enlace <https://www.gobiernodigital.gob.pe/interoperabilidad/>

- e) Declaración jurada de plazo de prestación del servicio. **(Anexo N° 4)**<sup>5</sup>
- f) Promesa de consorcio con firmas legalizadas, de ser el caso, en la que se consigne los integrantes, el representante común, el domicilio común y las obligaciones a las que se compromete cada uno de los integrantes del consorcio así como el porcentaje equivalente a dichas obligaciones. **(Anexo N° 5)**
- g) El precio de la oferta en **SOLES** Adjuntar obligatoriamente el **Anexo N° 6**.

El precio total de la oferta y los subtotales que lo componen son expresados con dos (2) decimales. Los precios unitarios pueden ser expresados con más de dos (2) decimales.

**Importante**

- *El órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, verifica la presentación de los documentos requeridos. De no cumplir con lo requerido, la oferta se considera no admitida.*
- *En caso de requerir estructura de costos o análisis de precios, esta se presenta para el perfeccionamiento del contrato.*

**2.2.1.2. Documentos para acreditar los requisitos de calificación**

Incorporar en la oferta los documentos que acreditan los “**Requisitos de Calificación**” que se detallan en el numeral 3.2 del Capítulo III de la presente sección de las bases.

**2.2.2. Documentación de presentación facultativa:**

- a) En el caso de microempresas y pequeñas empresas integradas por personas con discapacidad, o en el caso de consorcios conformados en su totalidad por estas empresas, deben presentar la constancia o certificado con el cual acredite su inscripción en el Registro de Empresas Promocionales para Personas con Discapacidad<sup>6</sup>.
- b) Solicitud de bonificación por tener la condición de micro y pequeña empresa. **(Anexo N° 11)**
- c) Los postores con domicilio en la provincia donde se prestará el servicio, o en las provincias colindantes, sean o no pertenecientes al mismo departamento o región, pueden presentar la solicitud de bonificación por servicios prestados fuera de la provincia de Lima y Callao, según **Anexo N° 10**.

**Advertencia**

*El órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, no podrá exigir al postor la presentación de documentos que no hayan sido indicados en los acápites “Documentos para la admisión de la oferta”, “Requisitos de calificación” y “Factores de evaluación”.*

**2.3. PRESENTACIÓN DEL RECURSO DE APELACIÓN**

“El recurso de apelación se presenta ante la Unidad de Trámite Documentario de la Entidad.

En caso el participante o postor opte por presentar recurso de apelación y por otorgar la garantía

<sup>5</sup> En caso de considerar como factor de evaluación la mejora del plazo de prestación del servicio, el plazo ofertado en dicho anexo servirá también para acreditar este factor.

<sup>6</sup> Dicho documento se tendrá en consideración en caso de empate, conforme a lo previsto en el artículo 91 del Reglamento.

Mediante depósito en cuenta bancaria, se debe realizar el abono en:

N ° de Cuenta : 00-101588920  
Banco : BANCO DE LA NACIÓN  
N° CCI : 018-101-000101588920-65

## 2.4. REQUISITOS PARA PERFECCIONAR EL CONTRATO

El postor ganador de la buena pro debe presentar los siguientes documentos para perfeccionar el contrato:

- Garantía de fiel cumplimiento del contrato. **De Corresponder**
- Garantía de fiel cumplimiento por prestaciones accesorias, de ser el caso.
- Contrato de consorcio con firmas legalizadas ante Notario de cada uno de los integrantes, de ser el caso.
- Código de cuenta interbancaria (CCI) o, en el caso de proveedores no domiciliados, el número de su cuenta bancaria y la entidad bancaria en el exterior.
- Copia de la vigencia del poder del representante legal de la empresa que acredite que cuenta con facultades para perfeccionar el contrato, cuando corresponda.
- Copia de DNI del postor en caso de persona natural, o de su representante legal en caso de persona jurídica.

### Advertencia

*De acuerdo con el artículo 4 del Decreto Legislativo N° 1246, las Entidades están prohibidas de exigir a los administrados o usuarios la información que puedan obtener directamente mediante la interoperabilidad a que se refieren los artículos 2 y 3 de dicho Decreto Legislativo. En esa medida, si la Entidad es usuaria de la Plataforma de Interoperabilidad del Estado – PIDE<sup>7</sup> y siempre que el servicio web se encuentre activo en el Catálogo de Servicios de dicha plataforma, no corresponderá exigir los documentos previstos en los literales e) y f).*

- Domicilio para efectos de la notificación durante la ejecución del contrato.
- Autorización de notificación de la decisión de la Entidad sobre la solicitud de ampliación de plazo mediante medios electrónicos de comunicación<sup>8</sup>. (**Anexo N° 12**).
- Detalle de los precios unitarios del precio ofertado<sup>9</sup>.
- Estructura de costos<sup>10</sup>.

### Importante

- En caso que el postor ganador de la buena pro sea un consorcio, las garantías que presente este para el perfeccionamiento del contrato, así como durante la ejecución contractual, de ser el caso, además de cumplir con las condiciones establecidas en el artículo 33 de la Ley y en el artículo 148 del Reglamento, deben consignar expresamente el nombre completo o la denominación o razón social de los integrantes del consorcio, en calidad de garantizados, de lo contrario no podrán ser aceptadas por las Entidades. No se cumple el requisito antes indicado si se consigna únicamente la denominación del consorcio, conforme lo dispuesto en la Directiva Participación de Proveedores en Consorcio en las Contrataciones del Estado”.*
- En los contratos periódicos de prestación de servicios en general que celebren las Entidades con las micro y pequeñas empresas, estas últimas pueden otorgar como garantía de fiel cumplimiento el diez por ciento (10%) del monto del contrato, porcentaje que es retenido por la Entidad durante la primera mitad del número total de pagos a realizarse, de forma prorrateada en cada pago, con cargo a ser devuelto a la finalización del mismo, conforme lo*

<sup>7</sup> Para mayor información de las Entidades usuarias y del Catálogo de Servicios de la Plataforma de Interoperabilidad del Estado – PIDE ingresar al siguiente enlace <https://www.gobiernodigital.gob.pe/interoperabilidad/>

<sup>8</sup> En tanto se implemente la funcionalidad en el SEACE, de conformidad con la Primera Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 234-2022-EF.

<sup>9</sup> Incluir solo en caso de la contratación bajo el sistema a suma alzada.

<sup>10</sup> Incluir solo cuando resulte necesario para la ejecución contractual, identificar los costos de cada uno de los rubros que comprenden la oferta.



establece el numeral 149.4 del artículo 149 y el numeral 151.2 del artículo 151 del Reglamento. Para dicho efecto los postores deben encontrarse registrados en el REMYPE, consignando en la Declaración Jurada de Datos del Postor (Anexo N° 1) o en la solicitud de retención de la garantía durante el perfeccionamiento del contrato, que tienen la condición de MYPE, lo cual será verificado por la Entidad en el link <http://www2.trabajo.gob.pe/servicios-en-linea-2-2> opción consulta de empresas acreditadas en el REMYPE.

- En los contratos cuyos montos sean iguales o menores a doscientos mil Soles (S/ 200,000.00), no corresponde presentar garantía de fiel cumplimiento de contrato ni garantía de fiel cumplimiento por prestaciones accesorias. Dicha excepción también aplica a los contratos derivados de procedimientos de selección por relación de ítems, cuando el monto del ítem adjudicado o la sumatoria de los montos de los ítems adjudicados no supere el monto señalado anteriormente, conforme a lo dispuesto en el literal a) del artículo 152 del Reglamento.

#### **Importante**

- Corresponde a la Entidad verificar que las garantías presentadas por el postor ganador de la buena pro cumplan con los requisitos y condiciones necesarios para su aceptación y eventual ejecución, sin perjuicio de la determinación de las responsabilidades funcionales que correspondan.
- De conformidad con el Reglamento Consular del Perú aprobado mediante Decreto Supremo N° 076-2005-RE para que los documentos públicos y privados extendidos en el exterior tengan validez en el Perú, deben estar legalizados por los funcionarios consulares peruanos y refrendados por el Ministerio de Relaciones Exteriores del Perú, salvo que se trate de documentos públicos emitidos en países que formen parte del Convenio de la Apostilla, en cuyo caso bastará con que estos cuenten con la Apostilla de la Haya<sup>11</sup>.
- La Entidad no puede exigir documentación o información adicional a la consignada en el presente numeral para el perfeccionamiento del contrato.

## **2.5. PERFECCIONAMIENTO DEL CONTRATO**

El contrato se perfecciona con la notificación de la orden de servicios. Para dicho efecto el postor ganador de la buena pro, dentro del plazo previsto en el artículo 141 del Reglamento, debe presentar la documentación requerida en las Oficinas de Mesa de Partes Ubicado en la Sede de la Entidad Ubicado en la **AV. UNIÓN NRO. 200 URB. CESAR VALLEJO (CUADRA 17 AV. KENNEDY) AREQUIPA - AREQUIPA – PAUCARPATA.**

## **2.6. FORMA DE PAGO**

La Entidad realizará el pago de la contraprestación pactada a favor del contratista en **PARCIALES (02 ARMADAS)** Según Valorizaciones mensuales (Entregables), previa conformidad, del Residente De Obra e Inspector De Obra.

Para efectos del pago de las contraprestaciones ejecutadas por el contratista, la Entidad debe contar con la siguiente documentación:

- Informe del funcionario responsable del Residente de Obra e Inspector de Obra, emitiendo la conformidad de la prestación efectuada.
- Comprobante de pago.

Dicha documentación se debe presentar en **Mesa de partes de la Sede Central del Gobierno Regional de Arequipa, sito en Av. Unión N° 200 Urb. Cesar Vallejo (Cuadra 17 Av. Kennedy) Paucarpata – Arequipa – Arequipa.**

<sup>11</sup> Según lo previsto en la Opinión N° 009-2016/DTN.

### CAPÍTULO III REQUERIMIENTO

#### Importante

De conformidad con el numeral 29.8 del artículo 29 del Reglamento, el área usuaria es responsable de la adecuada formulación del requerimiento, debiendo asegurar la calidad técnica y reducir la necesidad de su reformulación por errores o deficiencias técnicas que repercutan en el proceso de contratación.

#### 3.1. TERMINOS DE REFERENCIA



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



##### TÉRMINOS DE REFERENCIA

- 1. AREA QUE REQUIERE EL SERVICIO:**  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN, OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACIÓN VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES - VÍA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA - VÍA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACIÓN, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA - REGIÓN AREQUIPA" COMPONENTE VÍAS TRAMO III.
- 2. DENOMINACIÓN DEL SERVICIO:**  
SERVICIO DE PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA) para la obra "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACIÓN VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES - VÍA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA - VÍA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACIÓN, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA - REGIÓN AREQUIPA" COMPONENTE VÍAS TRAMO III.
- 3. OBJETIVO DEL SERVICIO:**  
El objetivo del servicio de pericia de calidad de pavimento asfáltico es realizar el control de calidad en la fabricación, transporte y colocación de mezclas asfálticas convencionales y SMA.
- 4. FINALIDAD PÚBLICA:**  
La finalidad pública del presente servicio es optimizar la ejecución de la obra: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACIÓN VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES - VÍA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA - VÍA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACIÓN, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA - REGIÓN AREQUIPA" COMPONENTE VÍAS TRAMO III, la cual es en beneficio de la colectividad del Estado Peruano del distrito de Yura y Cerro Colorado, provincia de Arequipa, región de Arequipa.
- 5. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO A REALIZAR:**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA
01	SERVICIO DE PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA)	1	SERVICIO

##### 5.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS DOCUMENTOS DE LA OBRA:

OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACIÓN VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES - VÍA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA - VÍA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACIÓN, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA - REGIÓN AREQUIPA" COMPONENTE VÍAS TRAMO III.  
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIONES: 2.331873

##### 5.2. ALCANCES Y DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

El alcance del presente servicio consta de las siguientes actividades a efectuar en la obra: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACIÓN VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES - VÍA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA - VÍA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACIÓN, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA - REGIÓN AREQUIPA" COMPONENTE VÍAS TRAMO III.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
01	Control de fabricación en planta.
02	Control de transporte.
03	Control de colocación de mezcla asfáltica.
04	Control pos construcción.

Dante Caballero Caza  
ING. CIVIL  
CIP 77190

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2981

Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 64222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



94

Incluye los siguientes ensayos:

ENSAYO	NORMATIVA	FRECUENCIA	# DE ENSAYOS
Granulometría de agregados por tipo	MTC E 204	Por cada 200 m³ en tolva en frío	32
Granulometría de mezcla asfáltica en caliente	MTC E 503	02 por día en pista y planta	320
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	Por cada 200 m³ en tolva en frío	32
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	Por cada 200 m³ en tolva en frío	32
Equivalente de Arena	MTC E 114	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Adhesividad	MTC E 220	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Abrasión	MTC E 207	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Partículas Chatas y Alargadas	MTC E 221	Por cada 500 m³ en tolva en frío	13
Durabilidad al Sulfato de Sodio o Magnesio	MTC E 209	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Índice de Durabilidad	MTC E 214	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Sales Solubles	MTC E 219	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Ceras Fracturadas	MTC E 210	Por cada 500 m³ en tolva en frío	13
Absorción	MTC E 205 MTC E 206	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Azul de Metileno	AASHTO TP 57	Por cada 100 m³ en tolva en frío	5
Adherencia	MTC E 519	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Arcilla en Terrones y Partículas Desmenuzables	MTC E 212	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Angularidad	MTC E 222	Por cada 1000 m³ en tolva en frío	5
Temperatura	Procedimiento de Pavimentación	Cada volquete en planta y pista	80
Compactación	Procedimiento de Pavimentación Especificaciones Técnicas	Por producción	40
Contenido de Asfalto	MTC E 502	02 por día en pista y planta	80
Marshall	MTC E 504	02 por día en pista y planta	80
Densidad (06 ensayos por tramo)	MTC E 506 MTC E 509	Por cada 250 m² en pista	26
Espesor	MTC E 507	Por cada 250 m² en pista	26
Lisura	MTC E 1001	Por tramo	Calzada 4 carriles - 4km
Textura	MTC E 1004	01 pruebas por jornada de trabajo en pista	Calzada 4 carriles - 4km
Rugosidad	Especificaciones Técnicas	Ambas huellas por tramos de 5 km	Calzada 4 carriles - 4km
Deflectometría	Especificaciones Técnicas	Cada 50 m alternados	Calzada 4 carriles - 4km
Índices de Compactibilidad	Especificaciones Técnicas	Por producción	40
Control de colocación	Especificaciones Técnicas	Por producción	40

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono: 070 423 2000

Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Responsable de Obra

94



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



93

Control de Temperatura para compactación	Especificaciones Técnicas	Por producción	40
Juntas	Procedimiento Constructivo de Colocación de Pavimento Flexible	Por producción	40

ENSAYO	NORMATIVA
Diseño de Mezcla Asfáltica MAC-1	Normativa Vigente
Diseño de Mezcla Asfáltica mejorada SMA	Normativa Vigente

**A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS:**

**OBJETO**

Determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido.

**FINALIDAD Y ALCANCE**

Se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

La determinación del material que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) no se obtiene por este ensayo. El método de ensayo a emplear será: "Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200) por lavado" (MTC E 202).

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

**EQUIPOS**

Balanzas: las balanzas usadas en el ensayo de agregados fino y grueso deben tener las siguientes características:

- Para agregado fino, con aproximación de 0,1 g y sensibilidad a 0,1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.
- Para agregado grueso, con aproximación a 0,5 g y exactitud a 0,1% del peso de la muestra a ser ensayada.

Estufa: de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C.

**MATERIALES**

Tamices: Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

**MUESTRA**

Obtener la muestra de agregado de acuerdo a MTC E 201. El tamaño de la muestra de campo debe ser la cantidad indicada en este método.

Mezclar completamente la muestra y reducir para ensayo por cuarteo manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mojado y tener suficiente humedad para evitar la segregación y pérdida de finos. La muestra para ensayo debe tener la cantidad deseada cuando esta seca y ser resultado final de reducción. No está permitido reducir a un peso exacto determinado.

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- Agregado grueso: La cantidad de muestra de agregado grueso, después de secado, debe ser de acuerdo a lo establecido en la tabla.1:

D. Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382800 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 94242  
Residente de Obra

93





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



91

Tabla 1  
Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
106,0	(4)	150
125,0	(5)	300

- Mezclas de agregados grueso y fino: la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4,75 mm (N° 4) y preparada de acuerdo con los numerales 5.3 y 5.4 respectivamente.  
En caso se requiera determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200), por el método de ensayo MTC E 202 se procede como sigue:
- En agregados con tamaño máximo nominal de 12,5 mm (1/2") o menores utilizar la misma muestra de ensayo para MTC E 202 y este ensayo. Primero, ensayar la muestra de acuerdo con MTC E 202 completando operación de secado final y luego tamizar la muestra en seco como indica los numerales 6.2 hasta 6.8 del presente ensayo.
- En agregados con tamaño máximo nominal mayor que 12,5 mm (1/2") se puede utilizar la misma muestra de ensayo como se describe en 6.1 o utilizar muestras por separado para MTC E 202 y este ensayo.

#### PROCEDIMIENTO

Secar la muestra a temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , hasta obtener peso constante.

Nota 1. Cuando se desea resultados rápidos, no es necesario secar el agregado grueso para el ensayo debido que el resultado es poco afectado por el contenido de humedad a menos que:

- a) El Tamaño Máximo nominal sea menor de 12 mm (1/2").
- b) El agregado grueso tenga una cantidad apreciable de finos menos que el tamiz N° 4,75 mm (N° 4).
- c) El agregado grueso sea altamente absorbente (por ejemplo, los agregados ligeros).
- d) Las muestras también se pueden secar a temperaturas altas usando planchas calientes sin que afecten resultados, si se mantienen los escapes de vapor sin generar presiones suficientes para fracturar las partículas y temperaturas que no sean mayores para causar rompimiento químico del agregado.

Seleccionar la serie de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material a ensayar. Encajar los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura, y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Efectuar el tamizado de forma manual o por medio de un tamizador mecánico, durante un período adecuado. Limitar la cantidad de material en un tamiz determinado, de forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado.

La cantidad retenida en tamices menores que 4,75 mm (N° 4) cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m<sup>2</sup> de superficie tamizada. Para tamices de 4,75 mm (N° 4) y mayores, la cantidad retenida en kg por superficie tamizada no excederá el producto de 2,5 x abertura del tamiz (mm). En ningún caso, la cantidad retenida debe ser mayor de modo que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

Nota 2. La Cantidad de 7 kg/m<sup>2</sup> a 200g para el diámetro usual de 203 mm (8") con superficie efectiva de tamizado de 190,5 mm (7 1/2") de diámetro.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Puno - Perú Teléfono 064 438 2800

Walter Fuciles Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuciles Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 84223  
Residente de Obra

92



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



91

Prevenir sobrecarga de material sobre tamiz individual colocando un tamiz adicional con abertura intermedia entre el tamiz que va a ser sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior en la disposición original de tamices; separando la muestra en dos o más porciones y tamizando cada porción; o utilizar tamices de mayor diámetro que provean mayor área de tamizado.

Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado manual como sigue: sostener individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo bien ajustado, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Golpear el filo del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considera satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4,75 mm (Nº 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una capa simple de partículas. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, utilizar el tamiz de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

En el caso de mezclas de agregados grueso y fino, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) puede distribuirse entre dos o más juegos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

Para partículas mayores de 75 mm (3"), el tamizado debe realizarse a mano, determinando la abertura del tamiz más pequeño por el que pasa la partícula. Comenzar el ensayo con el tamiz de menor abertura a ser usado. Rotar las partículas si es necesario, con el fin de determinar si pasan a través de dicho tamiz; sin forzar para que pasen a través de éste.

Determinar el peso de la muestra retenida en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido en el numeral 5.1 El peso total del material después del tamizado, debe ser verificado con el peso original de la muestra ensayada. Si la cantidad difiere en más del 0.3% del peso seco original de la muestra, el resultado no debe ser usado con fines de aceptación.

Si la muestra fue ensayada previamente por el método descrito en MTC E 202, adicionar el peso del material más fino que la malla de 75 µm (Nº 200) determinado por método de tamizado seco.

#### CALCULOS

Calcular el porcentaje que pasa, porcentaje total retenido, o porcentaje sobre cada tamiz con aproximación de 0,1% sobre la base del peso total de la muestra inicial seca. Si la muestra fue primero ensayada por el método MTC E 202, incluir el peso del material más fino que el tamiz de 75 µm (No. 200) por lavado en los cálculos de tamizado, y usar el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado, como base para calcular todos los porcentajes.

Cuando sea requerido, calcular el módulo de fineza, sumando los porcentajes retenidos, acumulados de cada una de los siguientes tamices y dividiendo la suma entre 100: 150 µm (Nº 100); 300 µm (Nº 50); 600 µm (Nº 30); 1,18 mm (Nº 16); 2,36 mm (Nº 8); 4,75 mm (Nº 4); 9,5 mm (3/8"); 19,0 mm (3/4"); 37,5 mm (1 1/2"); y mayores, incrementando en la relación de 2 a 1.

#### INFORME

Dependiendo de las especificaciones para uso del material que está siendo ensayado, el informe debe incluir:

- Porcentaje total de material que pasa cada tamiz.
- Porcentaje total de material retenido en cada tamiz, o
- Porcentaje de material retenido entre dos tamices consecutivos.

Reportar los porcentajes en números enteros, excepto si el porcentaje que pasa tamiz de 75 µm (Nº 200) es menor del 10%, que se aproximará al 0,1% más cercano.

Cuando sea requerido, reportar el módulo de fineza con aproximación al 0,01.

#### B. ANALISIS MECANICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFALTICAS

##### OBJETO

Determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Puercapata - Perú Teléfono (054) 23300 Anexo 189 Cui

Walter Fuentes Velásquez  
CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
CIP 84232  
Residencia d. Goro

91



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



90

Este método es usado para determinar la gradación de los agregados extraídos de la mezcla asfáltica. Los resultados son usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas de acuerdo con los requerimientos de la especificación y proveer los datos necesarios para el control de producción de los diferentes agregados usados en mezcla asfáltica.

#### REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO T 30: "Mechanical Analysis of Extracted Aggregate".

#### EQUIPOS

Balanza, tendrá capacidad suficiente, para leer a 0,1 por ciento del peso de la muestra.  
Los tamices empleados serán de mallas con aberturas cuadradas e irán montados sobre bastidores adecuados para evitar pérdidas de material durante el tamizado.

#### MUESTRA

La muestra empleada será la totalidad del agregado de la mezcla asfáltica obtenida según la norma MTC E 502.

#### PROCEDIMIENTO

Los agregados se secan en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta peso constante (variación de peso inferior al 0,1%; registre este peso). El peso total de los agregados en la mezcla asfáltica ensayados es la suma del peso de los agregados secos y el material mineral contenida en el asfalto extraído. Este último será tomado como la suma del peso de ceniza en el extracto y el aumento en el peso del filtro.

A continuación, se colocan en un recipiente apropiado y se cubren completamente con agua o solvente. Cuando se use agua, se le añadirá una pequeña cantidad de un agente humectante orgánico (metanol, abones líquidos, etc.) para facilitar el mojado de los agregados y asegurar una buena separación de las partículas finas. Se agita vigorosamente el contenido del recipiente y se vierte el líquido sobre el conjunto formado por un tamiz superior de 1,00 a 2,00 mm (Nº 18 o Nº 10) y el tamiz de 75 mm (Nº 200).

Se agita vigorosamente el contenido del recipiente y se vierte el líquido sobre el conjunto formado por un tamiz superior de 1,00 a 2,00 mm (Nº 18 o Nº 10) y el tamiz de 75 mm (Nº 200). La agitación debe ser vigorosa para lograr una separación de la fracción fina (75mm) y conseguir que la suspensión se mantenga mientras se realiza el proceso de vertimiento.

Durante esta operación se procurará evitar, en lo posible, la transferencia de material grueso en los tamices. Esta operación deberá repetirse las veces necesarias hasta que el líquido de lavado salga limpio.

Todo el material retenido sobre el conjunto formado por los dos tamices se pasa de nuevo al recipiente de los agregados, el cual se secará en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  y se pesará finalmente con una aproximación de 0,1%.

A continuación, se tamiza sobre una serie de tamices escogidos de acuerdo con las especificaciones de la mezcla empleada, incluyendo el tamiz de 75 mm (Nº 200).

#### CALCULOS

Para determinar la cantidad de filler que contiene la muestra, se sumarán a la fracción obtenida por tamizado el material separado por lavado, el aumento de masa del papel de filtro o vaso de centrifuga (según el método de extracción) y finalmente la materia mineral o cenizas, obtenida por calcinación a partir de la disolución.

Si se desea comprobar el material eliminado por lavado, se pueden evaporar a sequedad los líquidos de lavado o filtrar a través del papel de filtro tarado, secando y pesando a continuación.

Las cantidades de las distintas fracciones retenidas en cada tamiz, así como la cantidad tamizada por el de 75 mm (Nº 200), se convierten en los respectivos porcentajes dividiéndolos entre el peso total, de agregados.

Este peso total está constituido por la masa seca de los agregados antes de tamizar, más el peso total del filler.

#### INFORME

Los resultados del análisis granulométrico pueden expresarse de distintas formas, según los valores indicados en las correspondientes especificaciones:

- En porcentaje, que pasa sobre la muestra total por cada uno de los tamices.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo: 2001



Dante Caballero Caza  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

90





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



89

- En porcentaje retenido sobre muestra total en cada uno de los tamices.
- En porcentaje retenido entre cada dos tamices consecutivos.

Estos porcentajes se expresarán redondeando al número entero más próximo, excepto para el tamiz de 75 mm (N° 200) que se expresará con una aproximación del 0,1%. Informar como resultado de ensayo el coeficiente de uniformidad obtenido del valor medio de dos o más series de ensayos, determinada con aproximación a la décima.

**C. DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)**

**OBJETO**

Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

**FINALIDAD Y ALCANCE**

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas desueto de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

Los plásticos de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

**EQUIPOS**

Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.

Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.

Balanza, con aproximación a 0,01 g.

Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.

Tamiz, de 425 µm (N° 40).

Agua destilada.

Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

**MUESTRA**

Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 425 µm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.

Si se requirieron el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo 2001

*Edmundo Caballero Cueva*  
ING. CIVIL  
CIP 77190



*Walter Puentes Velásquez*  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Residente de Obra

89





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



88

#### PROCEDIMIENTO

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

#### CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

Tabla 1  
Tabla de estimados de precisión

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Plástico	0,9	2,6
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

#### CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido

P.L. = Límite Plástico

L.L. y L.P., son números enteros

- ✓ Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- ✓ Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

#### D. METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO

##### OBJETO

Este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm). El término

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Puacurpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 290

Dante Caballero Cusi  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Domínguez Velásquez  
Ing. CIVIL  
CIP 84222  
Residente de Obra

88



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



87

"equivalente de arena", expresa el concepto de que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables.

**Nota 1.** Algunos realizan la prueba sobre material con un tamaño máximo más pequeño que el tamiz N°4 (4,75mm). Esto se hace para evitar que se atrapen los finos arcillosos o plásticos y el polvo en las partículas comprendidas entre los tamices N°4 a 8 (4,75mm a 2,36 mm). El ensayo de materiales con tamaño máximo más pequeño, puede disminuir los resultados numéricos de la prueba.

#### FINALIDAD Y ALCANCE

Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, fineza, y carácter del material arcilloso presente en el espécimen de ensayo.

Se puede especificar un valor mínimo del equivalente de arena para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados.

Este método de ensayo provee un método rápido de campo para determinar cambios en la calidad de los agregados durante la producción o colocación.

#### INTERFERENCIAS

Mantener la temperatura de la solución trabajada a  $22 \pm 3^\circ\text{C}$  durante la ejecución de esta prueba.

**Nota 2.** Si las condiciones de campo impiden el mantenimiento del rango de temperatura, se deben remitir muestras de referencia frecuentes a un laboratorio donde sea posible el control apropiado de la temperatura. Esto también es posible para establecer correcciones de la temperatura para cada material que esté siendo ensayado donde no es posible control apropiado de la temperatura.

Sin embargo, no se utilizará una corrección general para diferentes materiales, incluso dentro de un rango estrecho de valores de sus equivalentes arena. Las muestras que cumplen los requerimientos mínimos del equivalente de arena trabajando a una temperatura de solución por debajo del rango, no necesitan a la prueba referida.

#### REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 339.146:2000: Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

#### EQUIPOS

Un cilindro graduado, transparente de plástico acrílico, tapón de jeba, tubo irrigador, dispositivo de pesado de pie y ensamblaje del sifón, confortantes de las especificaciones respectivas y las dimensiones mostradas en la Fig. 1. Véase Anexo A.1 para aparatos alternativos.

Horno, de suficiente tamaño, y capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . Agitador mecánico para equivalente de arena, diseñado para sostener el cilindro plástico graduado requerido, en una posición horizontal mientras está siendo sujeto a un movimiento reciprocante paralelo a su longitud y teniendo una trayectoria de  $203,2 \pm 1,0$  mm ( $8 \pm 0,04$  pulg) y operando a  $175 \pm 2$  rpm. En la Fig. 2 se muestra un aparato típico. El agitador deberá ser asegurado a una montura firme y nivelada.

**Nota 3.** El movimiento de las partes del agitador mecánico deberá estar provisto con una reja de seguridad para la protección del operador.

Agitador de operación manual para equivalente de arena, (Opcional), como se muestra en la Fig. 3, capaz de producir un movimiento oscilante, a una tasa de 100 ciclos completos en  $45 \pm 5$  s, con una longitud de trayectoria asistida manualmente, de  $127 \pm 5$  mm ( $5 \pm 0,2$  pulg). El dispositivo deberá estar diseñado para sostener el cilindro graduado requerido en una posición horizontal mientras está siendo sujeta a un movimiento reciprocante paralelo a su longitud. El agitador deberá ser asegurado a una montura nivelada y firme. Si sólo se van a correr unos pocos ensayos, el agitador puede ser sostenido a mano o sobre una montura firme a nivel.

#### MATERIALES

Lata de medición: Una lata cilíndrica de aproximadamente 57mm ( $2\frac{1}{4}$  pulg) de diámetro, con una capacidad de  $85 \pm 5$  mL.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Puercapata - Perú Teléfono (054) 822894 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velasquez  
ING. CIVIL  
CIP 77190  
Residente de Obra



Walter Fuentes Velasquez  
ING. CIVIL  
CIP 84222  
Residente de Obra

87



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



86

Tamiz N°4 (4,75mm) conforme con los requerimientos de la Especificación ASTM E 11.  
Embudo, de boca ancha, para transferir los especímenes de ensayo dentro del cilindro graduado.  
Botellas, dos de 3,8 L (1,0 gal) para almacenar el stock de la solución y la solución de trabajo.  
Platillo plano, para mezclar.  
Reloj, con lecturas en minutos y segundos.  
Papel filtro, Watman N°2V o equivalente.

**INSUMOS**

Stock de Solución: Se van a requerir los siguientes materiales:

- Cloruro cálcico Anhidro, 454g (1,00 lb) de grado técnico
- Glicerina USP, 2050g (1 640 mL).
- Formaldehído, (40 volumen % solución) 47g (45 mL).
- Disolver los 454 g (1,00 lb) de cloruro en 1,9 L (0,5 gal) de agua destilada. Enfría a la temperatura ambiente y filtra a través de un papel filtro. Añadir 2050 g de glicerina y 47 g de formaldehído a la solución filtrada, mezclar bien, y diluir a 3,8 L (1,0 gal).

Solución de trabajo de cloruro cálcico: Preparar la solución de trabajo de cloruro cálcico diluyendo en agua una medida ( $85 \pm 5$  mL) total del stock de la solución de cloruro cálcico para 3,8 L (1,0gal). Usar agua destilada o desmineralizada para la preparación normal de la solución de trabajo.

Sin embargo, si se determina que el agua local es de tal pureza que no afecta a los resultados de los ensayos, es permitido usarla en lugar del agua destilada o desmineralizada, excepto caso de disputa.

**Nota 4.** El efecto del agua local en los resultados de la prueba de equivalente de arena se puede determinar comparando los resultados de tres pruebas de equivalente de arena, usando agua destilada, con los resultados de tres pruebas de equivalente de arena usando agua local. Los seis especímenes de ensayo requeridos para esta comparación serán preparados a partir de la muestra de material y secados al horno como se prescribe en este método de ensayo.

**MUESTRA**

Muestrear el material a ser ensayado en concordancia con ASTM D 75.

Mezclar completamente la muestra y reducirla si es necesario, usando los procedimientos aplicables en NTP 339.089.

Obtener como mínimo 1500 g de material pasante el tamiz N°4 (4,75mm) de la siguiente manera:

- Separar la muestra en el tamiz N°4(4,75mm) por medio de un movimiento lateral y vertical del tamiz, acompañado por una acción chocante, de tal manera que se mantenga a la muestra moviéndose continuamente sobre la superficie del tamiz. Continuar el tamizado hasta que no más del 1% en peso del residuo pase el tamiz durante 1 min. La operación de tamizado puede ser realizada a mano o mediante un aparato mecánico. Cuando se está determinado, todo el tamizado mecánico, usar el método manual descrito más arriba, usando una capa simple de material sobre el tamiz.
- Desmenuzar cualquier grumo de material en la fracción gruesa que pase el tamiz N°4 (4,75mm). Se puede usar un mortero y un pisón cubierto de jébe o cualquier otro medio que no cause apreciable degradación del agregado.
- Remover cualquier capa de finos adheridos a los agregados gruesos. Esos finos se pueden remover secando superficialmente el agregado grueso y retregando luego con las manos sobre un recipiente plano.
- Añadir el material pasante del tamiz obtenido en 5.3.b y 5.3.c de este ensayo para separar la porción fina de la muestra.

Preparar especímenes de ensayo del material pasante la porción del tamiz N°4 (4,75mm) de la muestra por cualquiera de los procedimientos descritos en 6.1.1 o 6.1.2 de este ensayo.

**Nota 5.** Los experimentos muestran que cuando la cantidad de material que siendo reducido por cuarteo decrece, también decrece la seguridad de obtener muestras representativas. Por esta razón, es imperativo que se ejerza extremo cuidado cuando se preparan los especímenes de ensayo.

**PROCEDIMIENTO**

**PREPARACION DEL ENSAYO**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa, Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2506



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
OP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

86





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



85

**Preparación de la muestra de ensayo, Procedimiento A:**

Si fuera necesario, verter el material para evitar la segregación o pérdida de finos durante las operaciones de cuarteo. Tener cuidado al añadir humedad a la muestra para mantener una condición libre de flujo de material.

Usando el recipiente de medida, tomar cuatro de estas medidas de la muestra. Cada vez que una medida llena del material es recogida de la muestra, golpee el extremo inferior de la medida sobre una mesa de madera u otra superficie dura por lo menos cuatro veces y sacúdala ligeramente para producir una medida de material consolidado a nivel o ligeramente redondeado sobre el extremo.

Determinar y registrar la cantidad de material contenido en esas cuatro medidas por peso o por volumen en un cilindro plástico seco.

Retomar el material a la muestra y proceder a cuartear la muestra usando el procedimiento aplicable en NTP 339.089 y haciendo los ajustes necesarios para obtener el peso o volumen predeterminado. Cuando este peso o volumen son obtenidos, dos operaciones adicionales sucesivas de cuarteo sin ajuste, deberán proporcionar la cantidad apropiada de material para rellenar la medida, y proporcionar por lo tanto un espécimen de ensayo.

Secar el espécimen de ensayo a peso constante a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  y enfriar a la temperatura del cuarto antes de ensayar.

**Nota 6.** Los resultados del equivalente de arena sobre especímenes de ensayo que no han sido secados generalmente serán más bajos que los resultados obtenidos sobre especímenes de ensayo idénticos que si han sido secados. Como una forma de ahorrar tiempo, es permisible ensayar más materiales sin secarlos, cuando el valor del equivalente de arena es usado para determinar el cumplimiento de una especificación con un mínimo valor de ensayo aceptable. Si el resultado del valor de ensayo es más bajo que lo especificado, sin embargo, será necesario repetir la prueba sobre un espécimen de ensayo secado. Si el equivalente de arena determinado en una prueba sobre un espécimen de ensayo secado, es más bajo que el límite inferior de la especificación, será necesario realizar dos pruebas adicionales sobre especímenes de ensayo secado, tomados de la misma muestra. El equivalente de arena para una muestra deberá ser determinado de acuerdo con la sección de cálculos.

**Preparación del espécimen de ensayo, Procedimiento B:**

Manteniendo una condición de flujo libre, vaciar la cantidad suficiente de material para prevenir la segregación o pérdida de finos.

Cuartear de 1 000 a 5 000 g del material. Mezclar completamente con un cucharón de mano en un recipiente circular hacia el medio del recipiente, rotando a este horizontalmente. El mezclado deberá ser continuado por lo menos 1 min para alcanzar uniformidad. Verificar que el material tenga la condición de humedad necesaria, apretando una pequeña porción de la muestra completamente mezclada en la palma de la mano. Si se forma un molde que permite su manipuleo cuidadoso sin romperse, entonces se ha obtenido el correcto rango de humedad. Si el material está muy seco, el molde se desmenuzará y será necesario añadirle agua, remover y reensayar hasta que el material forme un molde. Si el material muestra agua libre, está muy húmedo para ensayar y debe ser drenado y secado al aire, mezclándolo frecuentemente para asegurar uniformidad. Este material húmedo en demasía, formará un buen molde cuando se chequea inicialmente, de tal manera que el proceso de secado deberá continuar hasta un chequeo por apretamiento del material de un molde que es más frágil y delicado al manipuleo que el original.

Si el contenido de humedad "como es recibido" está dentro de los límites descritos arriba, la muestra puede ensayarse inmediatamente. Si el contenido de humedad es alterado para cumplir esos límites, la muestra puede ser puesta en un recipiente, cubierta con una tapa o con una toalla húmeda que no toque el material, por un minuto de 15 min.

Después del tiempo mínimo de curado, remezclar por 1 min sin agua. Cuando esté enteramente mezclado, formar el material en un cono con una trulla.

Tomar la lata de medida en una mano y presionarla directamente en la base de la pila mientras mantiene la mano libre firmemente contra el lado opuesto de la pila.

Cuando la lata atraviesa la pila y emerge, hacer suficiente presión con la mano para que el material llene la lata. Presione firmemente con la palma de la mano compactando el material hasta que consolide en la lata. El material en exceso deberá ser nivelado en la parte superior de la mano, moviendo el filo de la llana en un movimiento de aserrado a lo largo del borde.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono: 054 438 2860



Ing. Civil  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Oficio

85



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



89

Para obtener especímenes de ensayo adicionales, repetir los procedimientos desde 6.1.2.3 hasta de este ensayo.

#### PROCEDIMIENTO OPERATORIO

Ajustar el dispositivo del sifón a una botella de 1,0 gal (3,8 L) de la solución de trabajo de cloruro de calcio. Coloque la botella a  $91 \pm 3$  cm ( $36 \pm 1$  pulg) sobre la superficie de trabajo (véase Fig. 4).

**Nota 7.** En lugar de la botella de 3,8 L (1,0 gal), se puede usar un recipiente de vidrio o plástico con una mayor capacidad, con tal que el nivel de líquido de solución de trabajo sea mantenido entre 91cm y 114cm (36pulg y 45pulg) sobre la superficie de trabajo.

Empezar el sifón conectándolo a la parte superior de la botella con la solución mediante un pedazo corto de tubo, mientras se abre el sujetador.

Sifonear  $102 \pm 3$  mm ( $4 \pm 0,1$  pulg) (indicado en el cilindro graduado) de la solución de trabajo de cloruro cálcico en el cilindro de plástico.

Verter uno de los especímenes de ensayo en el cilindro de plástico usando el embudo para evitar derramarlo (véase Fig. 5).

Golpear ligeramente el fondo del cilindro sobre la palma de la mano varias veces para liberar las burbujas de aire y para conseguir el humedecimiento total del espécimen.

Mantener al espécimen humedecido y al cilindro in disturbado por  $10 \pm 1$  min.

Al final de los 10 min del periodo de humedecimiento, parar el cilindro, y aflojar luego al material del fondo invirtiendo parcialmente el cilindro y agitando simultáneamente.

Después de aflojar el material del fondo del cilindro, agitar el cilindro y su contenido por uno de los siguientes tres métodos:

**Método del agitador Mecánico:** Colocar el cilindro en el agitador mecánico del equivalente de arena registrar el tiempo, y permitir que la máquina agite el cilindro y su contenido por  $45 \pm 1$  s.

**Método del agitador manual:**

- Asegura el cilindro en los tres aseguradores de resorte del carruaje del agitador del equivalente de arena operado a mano y colocar el contómetro de golpes en cero.

**Nota 8.** Para prevenir el derramado, asegúrese que el tapón de jebes esté firmemente asentado en el cilindro antes de colocarlo en el agitador manual.

- Permanezca directamente en frente del agitador y fuerce el apuntador a la marca límite del golpe pintado en la pizarra, aplicando un empuje horizontal abrupto a la porción superior de la correa del resorte de acero de la mano derecha. Remover luego la mano de la correa y permitir que la acción de resorte de las correas, muevan el carruaje y el cilindro en dirección opuesta, sin asistencia o impedimento.
- Aplicar fuerza suficiente a la correa del resorte de acero de la mano derecha, durante la porción de empuje de cada correa para mover el apuntador al límite de la marca del golpe presionando contra la correa con los extremos de los dedos para mantener un movimiento oscilante suave (véase Fig. 6). El centro de la marca límite del golpe, está posicionado para proveer la longitud de golpe apropiada y el ancho que da el límite de variación máximo permisible. La acción de agitación apropiada puede ser mantenida usando solamente el antebrazo y la acción de la muñeca para propulsar la agitación.
- Continuar la acción de agitación por 100 golpes.

**Método Manual:**

- Sostenga el cilindro en una posición horizontal como se ilustra en la Fig. 7 y agítelo vigorosamente en un movimiento horizontal de extremo a extremo.
- Agite el cilindro 90 ciclos en aproximadamente 30s usando un recorrido de  $23 \pm 3$  cm ( $9 \pm 1$  pulg). Un ciclo se define como un movimiento completo de ida y vuelta. Para agitar apropiadamente el cilindro a esta velocidad, será necesario que el operador agite con el antebrazo solamente, relajando el cuerpo y hombros.

Siguiendo con la operación de agitación, colocar el cilindro sobre la parte superior de la mesa de trabajo y remover el tapón de jebes.

#### Procedimiento de irrigación:

Durante el procedimiento de irrigación, mantenga el cilindro vertical y la base en contacto con la superficie de trabajo. Insertar el tubo irrigador en la parte superior del cilindro, remover los sujetadores de la

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo: 2001.....



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77390



Walter Fuentes Masquez  
Ing. Civil  
CIP 84322  
Residente de Obra

84



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



83

manguera, y enjuague el material de las paredes del cilindro cuando el irrigador está siendo bajado. Forzar el irrigador a través del material en el fondo del cilindro, aplicando una acción de punzonamiento y giro mientras la solución de trabajo fluye del irrigador. Esto hace que el material fino entre en suspensión sobre las partículas de arena más gruesa (véase Fig. 8).

Continúe aplicando la acción de punzonamiento y giro mientras los finos continúan fluyendo hacia arriba hasta que el cilindro es relleno en la gradación de 38,0 cm (15 pulg). Luego enjuague lentamente el tubo irrigador, sin derramar el líquido, de tal manera que el nivel de líquido sea mantenido a alrededor de la gradación de 38,0 cm (15 pulg) mientras el tubo irrigador está siendo retirado. Regular el flujo justo antes de que el tubo irrigador sea completamente retirado y ajuste el nivel final a la gradación de 38,0cm (15pulg). Mantenga el cilindro y su contenido in disturbado por 20 min  $\pm$  15s. Comience a tomar el tiempo inmediatamente después de retirar el tubo irrigador.

Al final de los 20 min del periodo de sedimentación, leer y registrar el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla, como está prescrito en 6.2.14. Esto se refiere a la "lectura de arcilla". Si no se ha formado una línea de demarcación clara al final del periodo de sedimentación de 20 min, deje que la muestra permanezca inalterada hasta que se pueda obtener una lectura de arcilla; luego lea inmediatamente y registre el nivel de la parte superior de la suspensión de arcilla el tiempo total de sedimentación. Si el tiempo total de sedimentación excede de 30 min, vuelva a correr el ensayo usando tres especímenes individuales del mismo material. Registre la altura de la columna de arcilla para la muestra que requiera el más corto periodo de sedimentación como la lectura de arcilla.

**Determinación de la lectura de arcilla.**

Después que se ha tomado la lectura de arcilla, coloque el dispositivo de pesaje de pie sobre el cilindro y baje lentamente el dispositivo, hasta que descansa sobre la arena. No permita que el indicador toque el interior del cilindro. Resta 25,4 cm (10 pulg) del nivel indicado por el borde superior extremo del indicador y registre este valor como la "lectura de arena".

**Nota 9.** Véase anexo A.1 para el uso del aparato alternativo de pie y del procedimiento de medida.

Cuando esté tomando la lectura de arena, tenga cuidado de no presionar hacia abajo sobre el dispositivo de pesaje de pie, ya que podría tener un error de lectura.

Si las lecturas de arcilla o arena caen entre gradaciones de 2,5 mm (0,1 pulg), registrar el nivel de la gradación más alta.

**CALCULOS**

Calcular el equivalente de arena al más cercano 0,1 % como sigue:

$$SE = (\text{Lectura de arena/lectura de arcilla}) \times 100$$

Donde:

SE = Arena equivalente

Si el equivalente de arena calculado no es un número entero, reportarlo como el siguiente número entero más alto. Por ejemplo, si el nivel de arcilla fue 8,0 y el nivel de arena fue 3,3; el equivalente de arena calculado será:

$$(3,3/8,0) \times 100 = 41,2$$

Como este equivalente de arena calculado no es un número entero, deberá reportarse como el siguiente entero que es 42.

Si se desea promediar una serie de valores de equivalente de arena, promediar los valores de números enteros, determinados como ha sido descrito en 7.1.2 de este ensayo. Si el promedio de esos valores no es un número entero, elevarlo al siguiente número entero más alto como se muestra en el siguiente ejemplo: Calcular los valores SE: 41,2; 43,8; 40,9. Después de redondearlos al siguiente número entero superior, se convierten en 42; 44; 41. Determinar el promedio de esos valores como sigue:

$$\frac{42 + 44 + 41}{3} = 42,3$$

Desde que el valor promedio no es un número entero, deberá ser redondeado al siguiente número entero mayor, y el valor del equivalente de arena se reporta como 43.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono: 054 233 2000



Ing. Civil  
CIP 77190



Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

83





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



82

#### E. ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER)

##### OBJETO

Describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos, arenas naturales o chancadas, de empleo en construcción de carreteras.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

El método de ensayo es empleado para determinar el grado de afinidad del par agregado fino - ligante bituminoso.

Este método puede aplicarse a todo tipo de ligante bituminoso, como betunes de penetración modificados o sin modificar, fluidificados, fluxados, emulsiones bituminosas y alquitranes.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

NLT - 355: Adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (Procedimiento Riedel Weber)

##### EQUIPOS Y MATERIALES

Tamices. tamices N° 30 y N° 70 respectivamente.

Balanza. Suficiente para determinar masas de 200 g, con precisión de 0,01 g.

Estufa. Adecuada para alcanzar y mantener la temperatura de  $145 \pm 5^\circ\text{C}$ . La estufa dispondrá de sistemas de ventilación forzada de aire y de regulación termostática.

Tubos de ensayo. Doce (12) tubos de ensayo de unos 200 mm de altura y 20 mm de diámetro interior.

Material auxiliar y general de laboratorio. Cuarteador de agregado fino, cazos de porcelana, gradilla para los tubos de ensayo, vasos de cristal de unos 50 cm<sup>3</sup> de capacidad, pinzas, varillas de cristal, etc.

##### REACTIVOS

Disoluciones de carbonato sódico, de concentraciones molares crecientes, M/256 a M/1, preparadas como se refiere en el procedimiento, siguiente. Las disoluciones de carbonato sódico se preparan a partir de carbonato sódico, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> puro, anhidro y agua, H<sub>2</sub>O, destilada.

La disolución de concentración molar, M/1, se obtiene disolviendo 106 g (masa molecular) de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta totalizar un litro de disolución (carbonato más agua).

Las disoluciones de concentración molar M/2, M/4, M/8... M/256 se elaboran diluyendo, sucesivamente, la disolución molar M/1, prevenida según 4.2.1.2, o disolviendo las cantidades adecuadas de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta completar un litro de disolución. Las cantidades de carbonato sódico precisas se muestran en la siguiente tabla 1.

Tabla 1  
Soluciones de Ensayo

Molaridad	G de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /1 disolución
M/256	0,414
M/128	0,828
M/64	1,656
M/32	3,312
M/16	6,625
M/8	13,25
M/4	26,5
M/2	53,0
M/1	106,0

**Nota 1.** Preferentemente las disoluciones se prepararán de nuevo para cada ensayo o tandas de ensayo a realizar, y no se utilizarán aquellas que lleven elaboradas más de 4 días

##### MUESTRA

Preparación del agregado.

Si la muestra de agregado recibido en el laboratorio procede de piedra de cantera o de "todo uno" de gravera, se efectúa el cuarteo y posterior chancado hasta obtener una arena de tal material.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 17901

Dante Caballero C. S.  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuentes Velazquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Residente de Obra

82



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



81

Si la muestra de agregado recibida es una arena natural o chencada se separa por sucesivos cuarteos la cantidad necesaria del material para ensayo.

La cantidad de material, agregado fino, necesaria, previa al ensayo, independientemente de su naturaleza, origen y distribución granulométrica del mismo (ver 5.1.1 y 5.1.2), es de unos 200g.

**PROCEDIMIENTO**

Se tamizan los 200 g del agregado fino, obtenidos anteriormente mediante cuarteo, por los tamices N° 30 y N° 70, desechando el material pasante la malla N° 70 y el retenido en la malla N° 30. El material retenido entre estos dos tamices constituye la muestra para ensayo.

La fracción de material así obtenido se lava sobre el tamiz N° 70, con agua para eliminar totalmente el polvo que pueda estar adherido a las partículas del agregado. Una vez lavada la muestra para ensayo, se seca éste en la estufa a temperaturas de  $145 \pm 5^\circ \text{C}$  durante 1 hora, aproximadamente, o hasta masa constante. Preparación de la mezcla agregado-ligante.

Si el ligante bituminoso a emplear en el ensayo es un betún asfáltico de penetración, fluidificado o fluxado, o un alquitrán, la mezcla agregado – ligante se realiza mezclando 71 volúmenes del agregado seco con 29 volúmenes de ligante (la relación correspondiente de masas se calcula a partir de las densidades respectivas). Alternativamente puede emplearse la proporción en peso de 71 y 29 de óxido y ligante respectivamente.

Si el ligante bituminoso para emplear en el ensayo es una emulsión bituminosa, la mezcla agregado – ligante se efectúa mezclando 71 volúmenes del agregado seco con 95 volúmenes de emulsión al 50%.

Las temperaturas de mezcla son las siguientes (orientativo):

Tabla 2

Mezcla con	Temp. °C
Betún	140 – 175
Betún fluidificado	25 – 110
Betún fluxado	50 – 110
Alquitrán	70 – 110
Emulsión bituminosa	Ambiente

**Nota 2.** Es la viscosidad del ligante la que en última instancia determina la temperatura más adecuada para lograr una envuelta completa y uniforme del agregado por el ligante. Se mezclan el agregado y el ligante, en las cantidades prescritas, a la temperatura requerida, en un cazo de porcelana, previamente calentado a una temperatura análoga a la de la mezcla. Se agitan los materiales con una varilla de vidrio hasta conseguir una masa y envueltas homogéneas. Una vez preparada la muestra se deja enfriar a temperatura ambiente, sin tapar el cazo, durante aproximadamente 1 hora. Si es el caso de una emulsión bituminosa, transcurrida esta hora, se decanta el líquido en exceso que acompaña a la mezcla y se deja en reposo durante otras 24 horas, sin tapar el cazo.

**Realización de ensayo.**

De la mezcla, preparada como se indica en los numerados 6.3.2 al 6.3.4, se pesan en la balanza once (11) porciones de unos 0,50 g de la misma con una precisión de 0,01 g. Cada una de las porciones de la mezcla se introducen en cada uno de los tubos de ensayo. Estos tubos de ensayo se numeran del 0 al 10.

A continuación, en el tubo de ensayo marcado con el número 0 se vierten, sobre los 0,5 g de mezcla, 6 cm<sup>3</sup> de agua destilada y se marca en el tubo el nivel que alcanza la superficie libre del agua en aquél. Se sujeta el tubo de ensayo con la pinza de madera y se calienta cuidadosamente, para evitar proyecciones, sobre la llama de un mechero de gas, hasta ebullición suave del agua, ebullición que se mantiene durante 1 minuto, aproximadamente.

Terminado el período de ebullición se restablece el volumen de líquido perdido por evaporación, añadiendo la cantidad de agua destilada bastante para que ésta alcance en el tubo de ensayo el nivel anterior, marcado previamente. Una vez realizado el ajuste del volumen, se agita el tubo de ensayo con su contenido, vigorosamente, durante diez (10) segundos.

En seguida, se procede a la observación visual del aspecto que ofrece la mezcla agregado - ligante dentro del tubo de ensayo, juzgándolo con los siguientes criterios:

- El desplazamiento entre el ligante y el agregado se considera total cuando prácticamente todas las partículas del agregado aparecen limpias; en esta situación las partículas están sueltas y si se hace

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Píscar - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2501

Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77150

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84722  
Residente de Obra

81





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



80

rodar entre los dedos del tubo de ensayo, deslizar libre e individualmente por la superficie interior del mismo.

**Nota 3.** Se puede utilizar como prueba de referencia un tubo de ensayo con el agregado sin ligante y 5 ó 6 cm<sup>3</sup> de agua destilada y comparar el aspecto y el movimiento al rodar el tubo entre los dedos.

- b. El desplazamiento entre el ligante y el agregado se considera parcial cuando en las partículas del agregado aparecen zonas limpias, aunque se mantiene una cierta cohesión entre ellas; en este caso las partículas del agregado, todavía parcialmente envueltas por el ligante, permanecen aglomeradas en el fondo del tubo de ensayo.
- c. Para la apreciación de la adhesividad de una mezcla agregado-ligante, después de actuar sobre ella cada solución de ensayo, no se tendrá en cuenta el ligante que aparezca sobrenadando en la superficie del líquido durante la ebullición; solo se tendrá en cuenta el aspecto que ofrezca la masa de mezcla que queda en el fondo del tubo.

Si realizada la primera prueba, como se describe en los apartados 6.4.3, 6.4.4 y 6.4.5, se observa que la adhesividad de la mezcla ligante-agregado es buena, es decir, que no hay desplazamiento del ligante por el agua destilada, se vuelve a repetir todo el proceso referido en los apartados anteriores, utilizando, ahora, el tubo de ensayo marcado con el número 1, añadiéndole 6 cm de la solución de carbonato sódico de concentración M/256. Se repiten las acciones especificadas en los apartados 6.4.3 y 6.4.4, y finalmente, se comprueba si se ha producido o no desplazamiento total en la forma que se indica, en el apartado 6.4.5 a). Si el desplazamiento es sólo parcial se vuelve a repetir todo el proceso, tal como se ha referido en los apartados precedentes, 6.4.3 a 6.4.6, pero utilizando ahora el tubo de ensayo marcado con el número 2. Se prosigue de esta forma, utilizando, sucesivamente, las soluciones de carbonato sódico de concentración creciente, M/128, M/64, M/32..., y los tubos de ensayo marcados con los números 2, 3, 4..., que se les hace corresponder recíprocamente, hasta que se consiga alcanzar el desplazamiento total del ligante.

#### CALCULOS E INFORME

Se define como índice de adhesividad Riedel-Weber, el número correspondiente a la disolución de concentración menor de las utilizadas que haya producido el desplazamiento total, del ligante que recubre la superficie de las partículas del agregado muestra ensayado.

La Tabla 3 relaciona las disoluciones de carbonato sódico de concentración molar creciente con los números asignados a cada una, y que determinarán, en cada caso, el mencionado índice de adhesividad

Tabla 3  
Índice de Riedel Weber

Solución de Ensayo	Índice de adhesividad Riedel – Weber
<b>Desplazamiento total con:</b> <b>Agua destilada</b>	0
Carbonato sódico:	
M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

Si se produjera un desplazamiento parcial (no total) del ligante con alguna de las disoluciones referidas en la Tabla 3, el índice de adhesividad Riedel Weber se podrá expresar con dos números: el correspondiente, a la concentración menor con la que se produce desplazamiento parcial y el correspondiente a la que produce el desplazamiento total.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 190

Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77130

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 94222  
Residente de Obra

80



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



79

Si se produjera desplazamiento total del ligante con solamente agua destilada, se asignará de acuerdo con la Tabla 3, el índice 0 de adhesividad.

Si la solución molar de carbonato sódico M/1 no produce desplazamiento del ligante bituminoso, el índice de adhesividad de la mezcla en estudio es 10.

**F. ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS GREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5 mm (1 1/2")**

**OBJETO**

Establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 1/2") para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles.

**Nota 1.** En el Anexo se presenta un procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños mayores que 19,0 mm (3/4 pulg).

**FINALIDAD Y ALCANCE**

Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida.

Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar.

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

NTP 400.019: Agregados. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por Abrasión e Impacto en la Máquina de Los Ángeles.

**EQUIPOS**

**Máquina de Los Ángeles:** La Máquina de Los Ángeles tendrá las características esenciales que se muestran en la Figura 1 (Anexo A). La máquina consistirá en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, de dimensiones mostradas en la Figura 1, con un diámetro interior de 711 mm  $\pm$  5 mm (28 pulg  $\pm$  0,2 pulg) y una longitud interior de 508 mm  $\pm$  5 mm (20 pulg  $\pm$  0,2 pulg). El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100. El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo. Tiene una cubierta hermética al polvo y provista de medios para atomizarla en su lugar. El colector también será diseñado para mantener el contorno cilíndrico de la superficie interior. Una pestaña removible de acero, que abarque toda la longitud del cilindro y se proyecte radialmente hacia adentro 89 mm  $\pm$  2 mm (3,5 pulg  $\pm$  0,1 pulg), será montada en el interior de la superficie cilíndrica del cilindro, de tal manera que un plano centrado en la cara mayor coincida con un plano axial. La pestaña deberá ser de 25,4 mm de espesor y montada por tornillos u otros medios de tal modo que quede firme y rígida. La localización de la pestaña se hará de tal manera que la muestra y las esferas de acero no impacten en las cercanías de la abertura y su cubierta; y, la distancia desde la pestaña hasta la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del exterior del cilindro en la dirección de rotación, no será menor de 1 270 mm (50 pulg). Inspeccionar periódicamente la pestaña para determinar que no está inclinada a lo largo o desde su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra una de estas condiciones, repare o reemplace la pestaña antes de realizar futuros ensayos.

**Nota 2.** Es preferible el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. No obstante, se puede utilizar una pestaña que consista en una sección de perfil angular laminado, apropiadamente montada en el interior del plato colector, provisto que la dirección de rotación es tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucapata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2001

Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

79



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



78

La máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme (Nota 3). Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo.

**Nota 3.** Una pérdida de carrera en el mecanismo de impulsión puede arrojar resultados que no sean reproducidos por otra Máquina de Los Ángeles con velocidad periférica constante. Tamices: Conforme con la NTP 350.001. Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo.

**Carga:** La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g.

La carga, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo como se describe en el ítem 5, será como sigue:

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5 000 ± 25
B	11	4 584 ± 25
C	8	3 330 ± 20
D	6	2 500 ± 15

**Nota 4.** Podrá utilizarse cojinetes de bola de 46,00 mm (1 13/16 pulg) y 47,6 mm (1 7/8 pulg) de diámetro, cada uno con una masa de aproximadamente de 400 g y 440 g, respectivamente. Podrán utilizarse también esferas de acero de 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro con una masa de aproximadamente 420 g. La carga podrá consistir en una mezcla de estas medidas conforme a las tolerancias de masa indicadas en los apartados 4.1.4 y 4.1.4.1.

**MUESTRA**

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  (véase apartado 6.2), separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla 1, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas en el agregado como conforme para el trabajo.

Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

Tabla 1  
 Gradación de las muestras de ensayo

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 1/2")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	—	—	—
25,0 mm (1")	19,0 mm (3/4")	1 250 ± 25	—	—	—
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	—	—
12,5 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	—	—
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	—	—	2 500 ± 10	—
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (Nº 4)	—	—	2 500 ± 10	—
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	—	—	—	5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Se obtendrá una muestra de campo de acuerdo con MTC E 201 y se reducirá a un tamaño adecuado de acuerdo con la ASTM C 702.

**PROCEDIMIENTO**

Colocar la muestra de ensayo y la carga en la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30 rpm a 33rpm, por 500 revoluciones. Luego del número prescrito de revoluciones, descargar el material de la máquina y realizar una separación preliminar de la muestra, sobre el tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12). Tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Lavar el material más grueso que la malla de 1,70 mm y secar al horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , hasta peso constante (véase el apartado 6.2) y determinar la masa con una aproximación a 1 g (Nota 6).

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 201



Dante Caballero Cuca  
 ING. CIVIL  
 CIP 77190



Walter Fuentes Velasquez  
 Ing. Civil  
 CIP 14222  
 Residente de Obra

78





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



77

Si el agregado está esencialmente libre de revestimiento y polvo el requerimiento de lavado puede ser obviado, pero siempre se requiere secar antes del ensayo. Por lo tanto, en el caso del ensayo de arbitraje se efectuará el lavado.

**Nota 5.** La eliminación del lavado después del ensayo raramente reducirá las pérdidas de medida en más de 0,2 % de la masa original de la muestra.

**Nota 6.** Información válida sobre la uniformidad de la muestra de ensayo podrá obtenerse por la determinación de la pérdida luego de 100 revoluciones. Esta pérdida podría ser determinada sin lavado del material más grueso que el tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12). La relación de la pérdida después de 100 revoluciones frente a la pérdida luego de 500 revoluciones no excedería mayormente 0,20 para material de dureza uniforme. Cuando se realiza esta determinación, tener cuidado de evitar pérdida de alguna parte de la muestra, reformar la muestra entera incluyendo el polvo de la fractura, a la máquina de ensayo para las 400 revoluciones finales requeridas para completar el ensayo.

#### CALCULOS

Calcular la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informar este valor como el porcentaje de pérdida.

**Nota 7.** El porcentaje de pérdida determinado por este método no tiene una relación consistente conocida con el porcentaje de pérdida del mismo material cuando se determina por el Modo Operativo MTC E 207: Anexo.

#### INFORME

Proporcionar la siguiente información:

- Identificación del agregado como fuente, tipo y tamaño nominal máximo.
- Gradación de acuerdo con la Tabla 1, utilizada para el ensayo; y
- Pérdida por abrasión e impacto de la muestra, expresada con aproximación al 1 % por masa.

#### G. INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS

##### OBJETO

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los índices de aplanamiento y de alargamiento, de los agregados que se van a emplear en la construcción de carreteras.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Este modo operativo se aplica a los agregados de origen natural o artificial, incluyendo los agregados ligeros y no es aplicable a los tamaños de partículas menores de 6,3mm (1/4") o mayores de 63mm (2 1/2"). Se define como índice de aplanamiento de una fracción de agregado el porcentaje en peso, de las partículas que la forman, cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción. Se define como índice de alargamiento de una fracción de agregado el porcentaje en peso, de las partículas que la forman, cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción. Este modo operativo no intenta indicar todo lo concerniente acerca de la seguridad que se debe tener el momento de realizar la prueba. Es responsabilidad del usuario de este modo operativo establecer la seguridad apropiada y prácticas de salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

NTL - 354: Índice de lajas y agujas de los áridos para carreteras

##### EQUIPOS Y MATERIALES

Tamices. De los siguientes tamaños de abertura: 6,3 mm (1/4"); 9,5 mm (3/8"); 12,5mm (1/2"); 19 mm (3/4"); 25 mm (1"); 37,5 mm (1 1/2"); 50 mm (2") y 63 mm (2 1/2").

Balanza. Con una sensibilidad mínima de 0,1% del peso de la muestra del agregado a ensayar.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2901

Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra

77



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
 "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



76

Calibradores metálicos. Dos juegos de calibradores metálicos, uno de ranuras (calibrador de espesores) y otro de barras (calibrador de longitudes), cuyas dimensiones estarán de acuerdo con lo especificado en las figuras 1 y 2.

Horno ventilado. Horno regulado por un termostato que mantenga la temperatura a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Material auxiliar y general de laboratorio. Cuarteador de agregados, bandejas, etc.

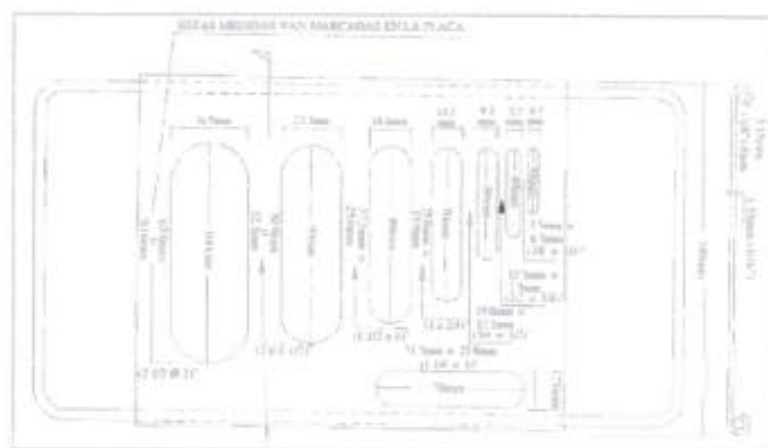


Figura 1. Calibrador de espesores

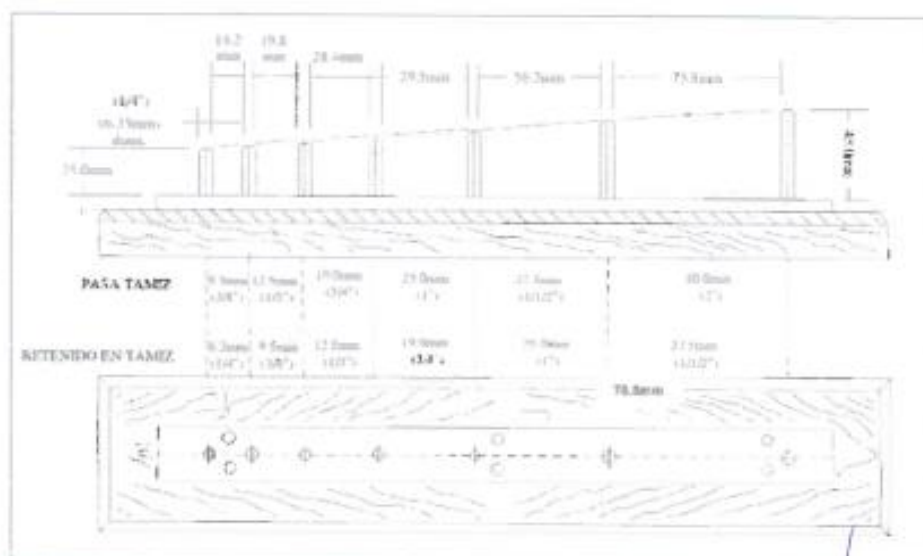


Figura 2. Calibrador de longitudes

Walter Fuentes Velásquez  
 Ing. Civil  
 CIP 84272  
 Residente de Obra

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucorpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Dante Caballero Cueva  
 ING. CIVIL  
 CIP 77190

76



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



75

Tabla 1

Dimensiones de los calibradores grosor y longitud y peso mínimo para subdivisión de la fracción						
Tamices				Dimensiones del calibrador (mm)		Peso mínimo para subdivisión (kg)
Pasa		Retiene		Aplanamiento	Alargamiento	
mm	(pulg)	mm	(pulg)	Abertura de la ranura <sup>(1)</sup>	Separación de las barras <sup>(2)</sup>	
63,0	(2 ½")	50,0	(2")	33,9	-----	50
50,0	(2")	37,5	(1 ½")	26,3	78,8	35
37,5	(1 ½")	25,0	(1")	18,8	56,3	15
25,0	(1")	19,0	(¾")	13,2	39,6	5
19,0	(¾")	12,5	(½")	9,5	26,4	2
12,5	(½")	9,5	(⅜")	6,6	19,8	1
9,5	(⅜")	6,3	(¼")	4,7	14,2	0,5

- (1) Esta dimensión es igual a 0,6 veces el promedio de las aberturas de los tamices que definen la fracción.  
(2) Esta dimensión es igual a 1,8 veces el promedio de las aberturas de los tamices que definen la fracción.

#### MUESTRA

Como se indica el numeral 6.1.1

#### PROCEDIMIENTO

##### Preparación de la muestra.

El material recibido en el laboratorio, se reduce por cuarteo hasta obtener una muestra representativa, en cantidad suficiente para la realización del ensayo. Las cantidades requeridas de peso del agregado (previamente desechados los tamaños no comprendidos entre 63,0 mm (2 ½") y 6,3 mm (¼"), en función del tamaño nominal de la muestra, se refieren en la Tabla 2.

Tabla 2

TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO mm (pulg)		PESO MÍNIMO DEL MATERIAL PARA ENSAYO, TAMAÑO DEL AGREGADO ENTRE 63,0 mm (2 ½") Y 6,3 mm (¼")
mm	(Pulg)	kg
50,0	(2)	35
40,0	(1 ½)	15
25,0	(1)	5
20,0	(¾)	2
12,5	(½)	1
10,0	(¾)	0,5

Una vez así separada la muestra para ensayo, se seca en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta peso constante y luego se procede a determinar su análisis granulométrico, de acuerdo con la norma MTC E 204, usando los tamices indicados en la Tabla 1. Se descarta todo el material que quede retenido en el tamiz 63 mm (2 ½") y el que pase el tamiz 6,3 mm (¼"). Se determina el peso  $P_i$ , con aproximación del 0,1%, de cada fracción retenida y se ponen estas en bandejas separadas e identificadas con el tamaño definido de la fracción. (Nota 1).

**Nota 1.** Si el peso de cualquiera de las fracciones consideradas resultase excesivo, esta fracción se puede subdividir en otras dos, siempre que el peso de la fracción subdividida no sea menor que la mitad de la mínima apropiada, y esté según la tabla 2. En tales circunstancias se modificará el resto del procedimiento

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 7901

Dante Caballero Cu...  
ING. CIVIL  
OP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP. 54222  
Residente de Obra

35





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



79

adecuadamente y se aplicarán los factores de corrección, pertinentes en la determinación del peso de las partículas, aplanadas o alargadas, que hubieran sido obtenidas, con respecto al peso total de la fracción considerada.

Al porcentaje del peso retenido entre cada dos tamices consecutivos de los utilizados en el ensayo se le denomina  $R_i$ , siendo la  $i$  la luz del tamiz de abertura menor. Las fracciones del agregado cuyo peso sea inferior al 10% de la muestra no se ensayan.

**Ejecución del ensayo.**

Para separar el material con forma aplanada de cada una de las fracciones de ensayo, preparado como se indica en el numeral 5.1, se hace pasar cada partícula por la ranura del calibrador de grosor, cuya abertura corresponda a la fracción que se ensaya, de acuerdo con la tabla 1 (nota 2).

**Nota 2.** Hay en uso calibradores de grosor que disponen de una ranura adicional para la fracción (31,5)/25 mm (1 3/4") (1"); las dimensiones de esta ranura, calculadas con el mismo criterio que en las otras. La cantidad total de partículas de cada fracción que pasa por la ranura correspondiente, se pesa ( $P_i$ ) con aproximación del 0,1% del peso total de la muestra en ensayo. Para separar el material con forma alargada de cada una de las fracciones de ensayo, preparadas como se indica en el numeral 5.1, se hace pasar cada partícula en el calibrador de alargamiento por la separación entre barras correspondiente a la fracción que se ensaya, de acuerdo con la tabla 1. La cantidad total de partículas de cada fracción retenida entre las dos barras correspondientes, se pesa ( $P_i$ ) con aproximación del 0,1% del peso total de la muestra de ensayo.

**CALCULOS**

El índice de aplanamiento de cada fracción de ensayo se calcula, en tanto por ciento, mediante la relación entre el peso de las partículas,  $P_{ai}$ , que pasa a través de la correspondiente ranura y el peso inicial,  $P_i$ , de dicha fracción.

$$\text{Índice de aplanamiento de la fracción } (I_{ai}) = \frac{P_{ai}}{P_i} \times 100$$

El índice de alargamiento de cada fracción de ensayo se calcula, en tanto por ciento, mediante la relación entre el peso de las partículas,  $P_{li}$ , retenidas entre las correspondientes barras y el peso inicial,  $P_i$ , de dicha fracción.

$$\text{Índice de alargamiento de la fracción } (I_{li}) = \frac{P_{li}}{P_i} \times 100$$

El valor obtenido para cada fracción ensayada, tanto del porcentaje de aplanamiento como del porcentaje de alargamiento, se redondeará al número entero más próximo.

**INFORME**

Los resultados obtenidos mediante esta norma pueden expresarse para cada fracción ensayada o para el total de la muestra.

La expresión de los índices de aplanamiento y alargamiento de cada fracción serán los obtenidos directamente en el ensayo, según se indica en los numerales 7.1.1 y 7.1.2, indicando expresamente la fracción ensayada. Para expresar los índices de aplanamiento y alargamiento totales, se calcula el promedio ponderado de los respectivos índices de todas las fracciones ensayadas, empleando como factores de ponderación los porcentajes retenidos,  $R_i$ , de acuerdo con las siguientes fórmulas.

$$\text{Índice de aplanamiento } (I_a) = \frac{\sum(I_{ai} \times R_i)}{\sum R_i} \quad \text{Índice de alargamiento } (I_l) = \frac{\sum(I_{li} \times R_i)}{\sum R_i}$$

Donde:

$I_{ai}$  = Índice de aplanamiento de la fracción  $i$

$I_{li}$  = Índice de alargamiento de la fracción  $i$

$R_i$  = Porcentajes retenidos en cada fracción  $i$

En el informe de los resultados de ensayo se incluirá, además de los índices de aplanamiento y alargamiento, el análisis granulométrico de la muestra.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382800 Anexo: 2901

Diana Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77150

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64722  
Residente de Obra

76



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



73

#### H. DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO

##### OBJETO

Establecer un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Este Modo Operativo es una medida a la desintegración de los agregados grueso y fino por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal que la solución cubra toda la muestra. Después del periodo de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos. Suministra información útil para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información adecuada sobre el comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales. Se advierte el hecho de que los resultados obtenidos por el uso de las dos sales, difieren considerablemente y se debe tener el cuidado en establecer los límites correctos en especificaciones que puedan incluir requerimientos para estos ensayos.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 400.016: AGREGADOS, Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

##### EQUIPOS

Tamices. Se usarán con aberturas cuadradas de los siguientes tamaños, que cumplan con la norma sobre tamices de ensayo normalizado según NTP 350.001.

ABERTURA SERIE FINA		ABERTURA SERIE GRUESA
NOMINAL	TAMIZ NORMALIZADO	TAMIZ NORMALIZADO
Nº 100	150 $\mu$ m	8,00 mm (5/16") 9,50 mm (3/8")
Nº 50	300 $\mu$ m	12,5 mm (1/2") 16,0 mm (5/8")
Nº 30	600 $\mu$ m	19,0 mm (3/4") 25,0 mm (1")
Nº 16	1,18 mm	31,5 mm (1 1/4")
Nº 8	2,36 mm	37,5 mm (1 1/2") 50,0 mm (2")
Nº 5	4,00 mm	63,0 mm (2 1/2")
Nº 4	4,75 mm	Tamaños mayores aumentan en 12,2 mm (1/2")

Envases. Utilizados para sumergir las muestras de agregados en la solución de acuerdo con el procedimiento descrito en este método, tendrán perforaciones que permitan un libre acceso de la solución a la muestra y el drenaje sin pérdida de agregado. El volumen de la solución en la cual se sumergen las muestras, será por lo menos 5 veces el volumen de la muestra sumergida en una operación. Regulación de la temperatura. Se proveerán medios adecuados para regular la temperatura de las muestras durante la inmersión en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Balanzas. Se usará una balanza con capacidad no menos de 500 g y con sensibilidad de por lo menos 0,1 g para pesar el agregado fino. Se usará una balanza con una capacidad no menor de 5 000 g y con una sensibilidad de por lo menos 1 g, para pesar el agregado grueso.

Horno de secado. El horno será tal, que se pueda calentar continuamente entre 105 a 110 °C y la velocidad de evaporación alcance un promedio de por lo menos 25 g por hora, a esa temperatura, durante 4 h manteniendo las puertas cerradas. Esta velocidad se determinará por la pérdida de agua en vasos de precipitación; Griffin, llanos de un litro, conteniendo inicialmente cada uno 500 g de agua a una temperatura de 21  $\pm$  2 °C. Estos vasos irán colocados dentro del horno vacío, en cada esquina y en el centro de cada parrilla.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 (Anexo: 290)



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

73





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



72

Medida del Peso Específico. Deberá disponerse de equipo adecuado para la medida del peso específico de las soluciones.

#### REACTIVOS

Solución de sulfato de sodio. Se prepara una solución saturada de sulfato de sodio químicamente puro disolviendo la sal en agua a una temperatura de 25 °C a 30 °C. Se agrega suficiente sal (Nota 1) de la forma anhidra ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) o la forma cristalina ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), para asegurar la saturación con la presencia de cristales en exceso cuando la solución esté lista para ser usada en los ensayos. Se agita la mezcla completamente durante la adición de la sal y se agita la solución a intervalos frecuentes hasta que se vaya a usar. Para evitar la evaporación y prevenir la contaminación, mantenga el recipiente que contiene la solución cubierto, mientras ésta no se utiliza. Se enfría la solución hasta una temperatura de  $21 \pm 1$  °C y se mantiene a esta temperatura por lo menos durante 48 h antes de uso. Antes de cada uso, rompa la costra de sal, si la hay, en el envase, agite la solución completamente y determine su peso específico. Cuando va a ser usada la solución deberá tener un peso específico no menor de 1,151 ni mayor 1,174. Deseche cualquier solución cuyo color se haya alterado o filtre y revise el peso específico.

**Nota 1.** Son suficientes 215 g de sal anhidra o 700 g de decahidrato por litro de agua, para la saturación de la solución a 22 °C. Sin embargo, ya que estas sales no son completamente estables y es deseable un exceso de cristales, se recomienda el uso de no menos de 350 g de la sal anhidra o 750 g de la sal decahidratada por litro de agua.

Solución de sulfato de magnesio. Se prepara una solución saturada de sulfato de magnesio químicamente puro disolviendo la sal en agua a una temperatura de 25 °C a 30 °C. Se agrega suficiente sal (Nota 2) de la forma anhidra ( $\text{MgSO}_4$ ) o la forma cristalina ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), para asegurar la saturación con la presencia de cristales en exceso cuando la solución esté lista para ser usada en los ensayos. Se agita la mezcla completamente durante la adición de la sal y se agita la solución a intervalos frecuentes hasta que se vaya a usar. Para evitar la evaporación y prevenir la contaminación, mantenga el recipiente que contiene la solución cubierto, mientras ésta no se utiliza. Se enfría la solución hasta una temperatura de  $21 \pm 1$  °C y se mantiene a esta temperatura por lo menos durante 48 h antes de su uso. Antes de cada uso, se rompe la costra de sal, si la hay, en el envase, se agita la solución completamente y se determina su peso específico. Cuando va a ser usada la solución deberá tener un peso específico no menor de 1,295 ni mayor de 1,308. Se desecha cualquier solución cuyo color se haya alterado o se filtra y se revisa el peso específico.

**Nota 2.** Son suficientes 350 g de sal anhidra o 1 230 g del heptahidrato por litro de agua, para la saturación de la solución a 23 °C. Sin embargo, ya que estas sales no son completamente estables, siendo la sal hidratada la más estable de las dos, y ya que es deseable que se encuentre presente un exceso de cristales, se recomienda usar la sal heptahidratada, en una cantidad no menor de 1 400 g por litro de agua.

#### MUESTRA

Agregado fino. El agregado fino para el ensayo se pasará por un tamiz normalizado 9,50 mm (3/8"). La muestra será de un peso tal, que una vez tamizada queden por lo menos 100 g de material en cada uno de los tamices. Los pesos retenidos serán por lo menos de 5 % de la muestra tamizada, expresados en función de los siguientes tamices nominales:

Pasa el tamiz normalizado	Retenido sobre el Tamiz normalizado
600µm (Nº 30)	300µm (Nº 50)
1,18 mm (Nº 16)	600µm (Nº 30)
2,36 mm (Nº 8)	1,18 mm (Nº 16)
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (Nº 4)

Agregado grueso: El agregado grueso para el ensayo será el material retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4). Este material se ensayará de acuerdo con el procedimiento descrito para agregado fino. La muestra será de un peso tal que una vez tamizada quede las siguientes cantidades de cada uno de los distintos tamaños (los pesos retenidos serán por lo menos el 5% de la muestra tamizada).

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2001

Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Rentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 94222  
Residente de Obra

72



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



71

Tamaño (tamices normalizado de abertura cuadrada)	Peso en g
<b>Consistiendo de:</b>	
9,5 mm (3/8") a 4,75 mm (Nº 4)	300 ± 5
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	1 000 ± 10
<b>Consistiendo de:</b>	
Material de 12,5 mm (1/2") a 9,5 mm (3/8")	300 ± 5
Material de 19,0 mm (3/4") a 12,5 mm (1/2")	670 ± 10
37,5 mm (1 1/2") a 19,0 mm (3/4")	1 500 ± 50
<b>Consistiendo de:</b>	
Material de 25,0 mm (1") a 19,0 mm (3/4")	500 ± 30
Material de 37,5 mm (1 1/2") a 25,0 mm (1")	1 000 ± 50
63,0 mm (2 1/2") a 37,5 mm (1 1/2")	5 000 ± 300
<b>Consistiendo de:</b>	
Material de 50,0 mm (2") a 37,5 mm (1 1/2")	2 000 ± 200
Material de 63,0 mm (2 1/2") a 50,0 mm (2")	3 000 ± 300
Para tamaños mayores se aumentará el tamaño del tamiz en incrementos de 25,0 mm (1") para cada fracción.	7 000 ± 1 000

Cuando se ensaya un agregado que contiene apreciables cantidades de agregado fino y grueso, que tengan una graduación de más del 10% en peso mayor que el tamiz 9,5 mm (3/8) y más del 10% en peso menor de 4,75 mm (Nº 4) ensayar las muestras por separado de acuerdo con los procedimientos para agregados fino y grueso, respectivamente. Los resultados deberán ser repartidos separadamente para la fracción de agregado fino y grueso, dando los porcentajes de la fracción grueso y fino en la graduación inicial.

**Preparación de la muestra de ensayo:**

**Agregado fino.** Se lava completamente la muestra de agregado fino sobre un tamiz normalizado 300 µm (Nº 50), se seca hasta peso constante a 105 °C ó 110 °C, y separa en diferentes tamaños, por tamizado, como sigue se efectuará una separación aproximada de la muestra gradada, por medio de un juego de los tamices especificados en la Sección 5.1. De las fracciones obtenidas en esta forma se selecciona muestras para disponer de 100 g después de efectuar un tamizado completo. (En general una muestra de 110 g será suficiente). No se usará el agregado fino que se adhiere a las mallas de los tamices al preparar las muestras. Se pesan las muestras de 100 ± 1 g de cada una de las fracciones después del tamizado final y se colocarán en envases individuales para el ensayo. **Agregado grueso.** Se lava y seca completamente las muestras de agregado grueso hasta peso constante a 105°C a 110°C y se separará en los diferentes tamaños indicados en la Sección 5.2 mediante un tamizado completo cuando la porción de ensayo consiste en dos tamaños, pese por separado dentro de las tolerancias de 5.2 y combínelas al peso total designado. Registre el peso de la muestra de ensayo y sus fracciones componentes. Se obtendrá el peso adecuado de la muestra para cada fracción y se colocará en envases individuales para el ensayo. En el caso de fracciones más gruesas que el tamiz normalizado 19,0 mm (3/4"), se contará el número de partículas.

**PROCEDIMIENTO**

**Inmersión de las muestras en la solución:** Se introducirán las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal, que la solución las cubra a una profundidad de por lo menos 1,5 cm (Nota 3). Se tapan los envases para disminuir la evaporación y evitar la adición accidental de sustancias extrañas. Las muestras sumergidas en la solución se mantendrán a una temperatura de 21 ± 1°C durante el período de inmersión. Nota 3. Para mantener sumergidos los agregados muy livianos, estos se podrán cubrir con malla de alambre a las cuales se les agregará pesos y se colocarán sobre la muestra dentro del envase.

**Secado de las muestras después de la inmersión.** Después del período de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución, se deja escurrir durante 15 min ± 5 min y se coloca en el horno de secar. Previamente, se llevará la temperatura del horno a 105°C ó 110°C. Se seca la muestra a la temperatura especificada hasta obtener un peso constante. Durante el período de secado, se sacan las muestras del horno y se pesan, sin enfriamiento, a intervalos de 2 a 4 h. Se puede considerar que se ha alcanzado el peso constante cuando dos pesadas sucesivas para cualquier muestra, realizadas como se describe arriba

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Dante Caballero Caba  
ING. CIVIL  
CIP. 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP. 64227  
Residente de Obra

71





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



70

difieran en menos del 1% del peso de la muestra en 4 h de secado. Después de haber conseguido el peso constante, enfríe la muestra a la temperatura ambiente y luego se sumerge en la solución, tal como se describe en 6.1. Durante el lavado de la muestra, deberá prevenirse impacto o abrasión que puedan ocasionar el quebrantamiento de las partículas. Número de ciclos: Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos.

#### CALCULOS

**Examen cuantitativo:** Después de completar el ciclo final y enfriado la muestra a temperatura ambiente se lava cada fracción por separado para eliminar el sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Los últimos lavados serán hechos con agua destilada y mediante la reacción con cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ) podrá comprobarse si el agua de lavado está libre de las sales anteriores. Después que ha sido eliminado el sulfato de sodio o sulfato de magnesio, se seca cada fracción de la muestra hasta peso constante a  $105^\circ\text{C}$  o  $110^\circ\text{C}$  y luego se anota. Se tamiza el agregado fino a través del mismo tamiz en el cual estaba retenido antes del ensayo. El agregado grueso se tamizará para cada tamaño apropiado de partícula, a través del cedazo que se indica a continuación.

Tamaño del agregado	Tamiz normalizado usado para determinar la pérdida
63 mm (2 1/2") a 37,5 mm (1 1/2")	31,5 mm (1 1/4")
37,5 mm (1 1/2") a 19,0 mm (3/4")	16,0 mm (5/8")
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	8,0 mm (5/16")
9,5 mm (3/8") a 4,75 mm (Nº 4)	4,0 mm (Nº 5)

El método y duración del tamizado del agregado fino será el mismo de la preparación de la muestra. El tamizado del agregado grueso será realizado a mano, con una agitación eficiente solamente para asegurar que el material de menor medida pase la malla. No deberá emplearse manipulación extra para quebrar las partículas para hacerlas pasar por la malla. Pese el material retenido en cada malla y registre. La diferencia entre cada una de estas cantidades y el peso inicial de la fracción ensayada es la pérdida de peso y será expresada como porcentaje del peso inicial utilizado, tal como en la Tabla 1.

**Examen Cualitativo:** Se realizará el examen cualitativo de las muestras mayores de 19,0 mm (3/4") como sigue (Nota 4). Separe en grupos las partículas de cada muestra, de acuerdo a la acción producida por el ensayo. Registre el número de partículas que muestran cada tipo de acción.

**Nota 4.** Pueden resultar muchos tipos de acción. En general se pueden clasificar como desintegración, rajadura, desmenuzamiento, rotura, descamación, etc. Mientras que solamente las partículas mayores de  $3/4"$  requieren de examen cualitativo, se recomienda el examen de las mallas pequeñas para determinar si existe alguna evidencia de excesivas rajaduras.

#### INFORME

Reportar los siguientes datos:

Peso de cada fracción de cada muestra antes de ensayo.

Material de cada fracción de la muestra más fina que la malla indicada en 7.1.1.2 para tamizado después del ensayo expresado como porcentaje del peso original de la fracción. Pesada promedio calculado de acuerdo con el Modo Operativo MTC E 204-2013 del porcentaje de pérdida de cada fracción, basada sobre la gradación de la muestra tal como se recibió, o preferiblemente, sobre la granulometría promedio del material de la porción de suministro del cual la muestra es representativa, excepto que:

- Para el agregado fino (con menos de 10% mayor de la malla 9,5 mm (3/8"), asuma 0% de pérdida para tamaños más finos que la malla de 300  $\mu\text{m}$  (Nº 50) y para tamaños mayores que la malla de 9,5 mm (3/8") tendrán la misma pérdida que la próxima malla más pequeña de la que se dispone de los datos de ensayo.
- Para el agregado grueso (con menos del 10% más fino que la malla de 4,75 mm (Nº 4) la misma pérdida que la malla mayor más próxima de la que se dispone de datos.
- Para agregados que contengan apreciables cantidades de material fino y grueso, ensayado como dos muestras separadas de acuerdo con 5.3, calcular las pérdidas de peso separadamente de las fracciones menor y mayor que la malla Nº 4, basada sobre el recalcu de la granulometría considerando la fracción fina como 100% y la fracción gruesa como 100%. Registre los resultados separadamente dando los porcentajes de la menor y mayor que la malla Nº 4 de la granulometría inicial.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Puente Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

70



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



69

- d. Para el cálculo de los promedios, considerar los tamaños considerados en 5.1 y 5.2 que contengan menos del 5% de la muestra que tenga la misma pérdida que la próxima más pequeña y más grande, o si una de esas medidas está ausente, tengan la misma pérdida como la próxima más grande o más pequeña, cualquiera que esté presente.

Reporte los porcentajes de pérdida al entero más cercano.

En el caso de las partículas mayores de 19,0 mm (3/4") antes del ensayo:

- El número de partículas de cada fracción antes del ensayo, y
- El número de partículas afectadas, clasificadas según el tipo de efecto como se muestra en la Tabla 2. Clase de solución (Sulfato de Sodio o Magnesio) y si la solución empleada fue fresca o utilizada previamente.

#### I. PRUEBA DE ENSAYO ESTANDAR PARA INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO

##### OBJETO

Este método de ensayo cubre la determinación de un índice de durabilidad, índice de agregados. El índice de durabilidad de un agregado calcula un valor que muestra la resistencia relativa de un agregado para producir finos dañinos como la arcilla, cuando se somete a los métodos de degradación mecánicos de degradación que se describen.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Esta prueba asigna un valor empírico a la cantidad relativa, finura y el carácter de material arcilloso que puede ser generado en un agregado cuando se somete a degradación mecánica. Los resultados de este procedimiento se han correlacionado con un rendimiento global en aplicaciones de construcción diferentes, entre ellas: la base de agregado, material permeable para el relleno, agregado fino de hormigón, y escollera de protección de taludes en roca. Un índice de durabilidad mínimo ha sido especificado para prohibir el uso de un agregado, en varias aplicaciones de construcción, propensas a degradación y consecuente generación de finos de comportamiento arcilloso.

Este método de ensayo proporciona una prueba de diagnóstico rápido para la evaluación de la calidad de una fuente de agregado. Las investigaciones han indicado que puede también usarse, en cambio del ensayo de durabilidad frente a la acción de una solución de sulfato de sodio, para evaluar la durabilidad del agregado fino de uso en el concreto, reduciendo así el consumo de tiempo y los costos incurridos en el ensayo de durabilidad. Aunque la aplicación de este método ha sido limitada a los agregados de construcción para usos específicos, Existe la posibilidad de expansión de la aplicación de este método para controlar la calidad de los agregados utilizados en otras áreas de construcción, tales como agregados para uso de mezclas bituminosas de pavimentación, agregado grueso para estructuras de hormigón de cemento portland, y el agregado para el uso del ferrocarril.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 3744: Standard Test Method for Aggregate Durability Index.

##### EQUIPOS

Vaso mecánico de lavado, cilíndrico, de paredes rectas y fondo plano, conforme con las especificaciones y dimensiones de la Figura 1.

Recipiente colector o fondo de mallas, circular, de al menos 254 mm (10") de diámetro y de aproximadamente 102 mm (4") de profundidad, para recoger el agua resultante del lavado de la muestra. Tiene paredes verticales o casi verticales y está equipado con lo necesario para acoplar un tamiz, de tal forma que la malla del tamiz quede por lo menos a 76,2 mm (3") del fondo del recipiente. Puede usarse un adaptador, que evite la pérdida de finos y de agua de lavado, acoplado al tamiz y el recipiente, o puede colocarse un tamiz en blanco (sin malla) bajo el otro tamiz, que repose directamente en el fondo del recipiente.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 84222  
Residente de Obra

Jaime Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190

69



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



68

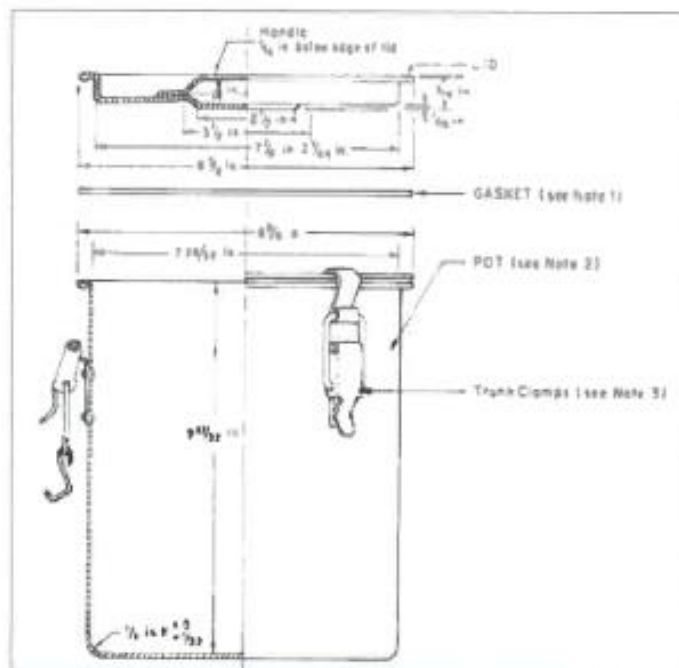


Figura: 1 Vaso Mecánico de lavado

**DIMENSIONES**

Pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm
9.17/32	242,1	7.27/32	199,2	9/16	14,3
8.5/8	219,1	7.5/8	193,7	1/4	6,4
8.33/64	216,3	3.1/2	88,9	1/16	1,6
7.29/32	200,8	2.1/2	63,5	1/32	0,79
7.7/8	200,0	3/4	19,0	1/64	0,40

**Nota 1.** La empaquetadura debe ser de caucho de neopreno de 3,2 mm (1/8") de espesor, con diámetro interior de  $199,2 \pm 0,4$  mm (7 27/32"  $\pm$  1/64") y diámetro exterior de  $216,3 \pm 0,4$  mm (8 33/64"  $\pm$  1/64).  
**Nota 2.** El vaso debe ser de fondo plano, paredes rectas, cilíndrico de 7,6 m 3 (2 galones) de capacidad aprox. su extremo superior debe ser extendido hacia afuera para dar asiento al empaque y a la tapa.  
**Nota 3.** Se requieren 3 broches que deben estar equitativamente espaciados. Deben estar unidos al vaso mediante remaches o soldaduras que no permitan el paso del agua. Cuando se ajusten la tapa y la empaquetadura con los broches, el vaso debe quedar sellado herméticamente.  
**Nota 4.** El vaso debe ser de acero inoxidable y tener una tolerancia de  $\pm 0,8$  mm (1/32") en las dimensiones mostradas, a menos que se especifique otra cosa.

**Agitador.** Un dispositivo mecánico diseñado para sostener el recipiente de lavado en posición vertical mientras se somete a un movimiento lateral de pistón a una velocidad de  $285 \pm 10$  ciclos completos por minuto. La figura 2 muestra un agitador de tamices Tyler portátil modificado para cumplir con estos requisitos.

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP. 84222  
Residente de Obra

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP. 77330

68





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
**GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA**  
**SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**  
**"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"**



67

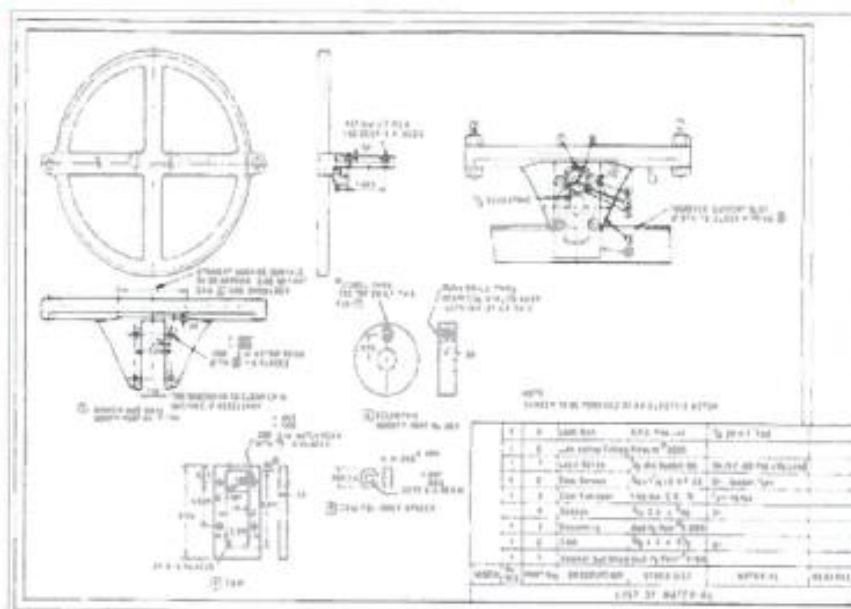


Figura 2: Agitador de tamices Tyler portátil modificado.

Todos los equipos necesarios para realizar la prueba de Equivalente de arena de los suelos y de agregado fino (el método de prueba MTC E 114).

Tamices. Los tamices se ajustará a la especificación E 11.

Balanza, con capacidad mínima de 500 g y precisión de 1 g.

#### INSUMOS

Soluciones de Cloruro de Calcio-Stock y de trabajo, soluciones de cloruro como se especifica en los reactivos y sección de Materiales del Método MTC E 114 son obligatorias. Agua destilada o agua desmineralizada será necesario para el desempeño normal de este método. Esto es necesario porque los resultados pueden ser afectados por ciertos minerales disueltos en el agua. Sin embargo, si se determina que el agua del grifo local es de tal pureza que no afecta a los resultados de pruebas, está permitido el uso, excepto en aquellas partes del procedimiento en las que se ordene usar expresamente agua destilada o desmineralizada. Para ensayos con propósitos de referencia, en todos los pasos del ensayo se debe usar agua destilada o desmineralizada.

#### MUESTRA

Obténase las muestras del agregado a ser ensayado de acuerdo con la norma MTC E 201.

#### PROCEDIMIENTO

##### PREPARACION DEL ENSAYO

Séquense suficientemente las muestras de agregados, para permitir su completa separación de tamaños mediante el tamiz de 4,75mm (Nº4), y para desarrollar una condición de fluidez o libre movimiento de los agregados cuando pasan a través del tamiz. El secado puede efectuarse por cualquier método, siempre y cuando no se excedan los 60°C y no se degraden las partículas. Los métodos de secado más usados son el secado al sol, al horno y el uso de corrientes de aire caliente.

Si la muestra contiene una cantidad apreciable de arcilla, densa vueltas al agregado a medida que se seca, para obtener un secado uniforme y evitar la formación de terrones duros de arcilla. Quiebre los terrones duros y elimínense los finos que cubren los agregados gruesos, por cualquier método seguro que no reduzca apreciablemente el tamaño natural de las partículas. Determinese la gradación de la muestra por tamizado, de acuerdo con la norma MTC E107, con los tamices de 19,0; 12,5; 9,5; 4,75; 2,36 y 1,18mm

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2401



**Ing. C. Colliero Cuba**  
**ING. CIVIL**  
**CIP 77130**



**Walter Pucallpa Vásquez**  
**Ing. Civil**  
**CIP 34382**  
**Residencia de Obra**

67





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



66

( $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N° 4, N° 8, N° 16). Descártese cualquier material que sea retenido en el tamiz de 19,0mm ( $\frac{3}{4}$ "). Determinense los procedimientos de ensayo que se usarán para establecer el índice de durabilidad del agregado, basándose en la gradación obtenida en el numeral 6.1.5:

- Si menos del 10% del agregado pasa el tamiz de 4,75mm (N° 4), ensáyese solamente el agregado grueso (procedimiento A).
- Si menos del 10% del agregado es de tamaño mayor que el tamiz de 4,75 mm (N° 4), ensáyese solamente el agregado fino (procedimiento B).
- Cuando ambas fracciones del agregado, grueso y fino, están presentes en cantidades iguales o mayores al 10%, y el porcentaje que pasa el tamiz de 1,18 mm (N°16) es mayor del 10%, úsense ambos procedimientos, A y B, a las fracciones correspondientes.
- Si el porcentaje que pasa el tamiz de 1,18mm (N°16) es menor o igual al 10%, úsese el procedimiento A ó el procedimiento C.
- Si la mayoría del agregado (75 a 80%) se encuentra entre los tamices de 9,5mm ( $\frac{3}{8}$ ") y 1,18mm (N° 16), úsese únicamente el procedimiento C.

**PROCEDIMIENTO OPERATORIO (PROCEDIMIENTO A - AGREGADO GRUESO)**

**PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Prepárese una muestra preliminar de ensayo, de  $2550 \pm 0,25$  g, secada al aire, usando la siguiente gradación:

Tamaño del agregado	Peso seco al aire, g
19,0 a 12,5 mm ( $\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " )	1070 $\pm$ 10
12,5 a 9,5 mm ( $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ " )	570 $\pm$ 10
9,5 a 4,75 mm ( $\frac{3}{8}$ " a N° 4)	910 $\pm$ 5
	2550 $\pm$ 25

Para materiales con menos del 10% en cualquiera de las fracciones de tamaño del cuadro de 6.2.1.1, preparar la muestra de prueba con el real porcentaje de la fracción deficiente y aumentar proporcionalmente la masa de las fracciones restantes para obtener el 2550 muestra de la prueba. Dos ejemplos

Ejemplo 1: Menos del 10% en  $\frac{3}{4}$ " a  $\frac{1}{2}$ " pulgadas (19,0 a 12,5 mm) fracción

Tamaño de Agregado	Porcentaje	Calculo	Masa Seca al Aire
$\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " (19,0 a 12,5mm)	6	$0,06 \times 2550$	153 $\pm$ 10
$\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ " (12,5 a 9,5 mm)	26	$570(2550-153)$ $570+910$	923 $\pm$ 10
$\frac{3}{8}$ " a N°4 (9,5 a 4,75 mm)	68	$910(2550-153)$ $570+910$	1474 $\pm$ 5
Totales	100		2550 $\pm$ 25

Ejemplo 2: Menos del 10% en dos fracciones

Tamaño de Agregado	Porcentaje	Calculo	Masa Seca al Aire
$\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " (19,0 a 12,5mm)	4	$0,04 \times 2550$	102 $\pm$ 10
$\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ " (12,5 a 9,5 mm)	7	$0,07 \times 2550$	179 $\pm$ 10
$\frac{3}{8}$ " a N°4 (9,5 a 4,75 mm)	89	$2550 - (102+179)$	2269 $\pm$ 5
Totales	100		2550 $\pm$ 25

Introducir la muestra preliminar de ensayo dentro del vaso mecánico de lavado, añadir  $1,000 \pm 5$  mL de agua destilada o desmineralizada, sujete la tapa del depósito en el lugar, y asegure el vaso en la tamizadora o agitadora. Debido a la baja gravedad específica o a la alta o baja absorción de ciertos agregados, las proporciones de agregado y agua pueden no permitir la fricción deseada entre las partículas. El ensayo de

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Walter Paredes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Resolución 000000



Walter Paredes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Resolución 000000

66



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



65

estos materiales requerirá un ajuste al peso del espécimen de ensayo o al volumen del agua, tanto de lavado como de ensayo, o a ambos:

- Lavar todos los materiales que no son completamente inundados cuando se agreguen 1000 mL de agua a la muestra de ensayo y ajuste a los pesos de la muestra y a los volúmenes de agua. Determinese el peso específico del agregado secado al horno y su porcentaje de absorción, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E206.
- Calcúlese el peso total de la muestra de ensayo usando la siguiente ecuación:

$$\text{Peso calculado de la muestra} = \frac{\text{Peso específico del agregado}}{2,65} \times W \quad (1)$$

- Calcúlese el peso del material en cada tamaño proporcionalmente a los pesos especificados en el numeral 6.2.1.1.
- Ajustese el volumen del agua de ensayo usando la siguiente ecuación:

$$\text{Agua ajustada} = 1000 + (A \times W) - 50 \quad (2)$$

Donde:

- A = Absorción del agregado, %  
W = Peso de la muestra de ensayo secada al horno, g.

Después de 60 ± 10 segundos de haber introducido el agua de lavado, agítase el vaso en el agitador de tamices, por un tiempo de 120 ± 5 segundos. Al terminar el periodo de 2 min de agitación, remuévase el vaso del agitador, destápese y vierta su contenido por el tamiz de 4,75 mm (N°4). Lávense los finos remanentes en el vaso con la ayuda de una manguera, de forma tal que el agua de lavado pase por el tamiz y caiga en el mismo recipiente de los agregados que lo atravesaron, hasta que el agua salga clara. Séquese la fracción retenida en el tamiz de 4,75 mm (N°4) a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C y pésese. Si la pérdida de peso debida al lavado efectuado según los numerales 6.2.1.4 a 6.2.1.6 es igual o menor a 75 g, una muestra para ensayos adicionales debe ser preparada y los procedimientos de los numerales 6.2.1.8 a 6.2.1.13 deben ser omitidos. Si la pérdida de peso excede los 75 g, la muestra preliminar de ensayo puede conservarse y ser usada, siempre y cuando una segunda muestra se lave mediante el mismo procedimiento y las dos muestras sean combinadas de acuerdo con los pesos especificados para proveer la muestra de ensayo deseada. Determinar la clasificación que se utilizará en la preparación de muestra de la prueba preliminar de la siguiente manera:

Si cada uno de los tamaños de agregado listados en la siguiente tabla representa el 10% o más de la porción comprendida entre los tamices de 19,0 mm (¾") y 4,75 mm (N° 4), cómo se determinó en los pesos registrados en el numeral 6.1.5, úsense los pesos de material (secado al horno) especificado en seguida, para preparar la muestra de ensayo preliminar:

Tamaño del agregado	Peso seco al horno, g
19,0 a 12,5 mm (¾" a ½")	1050 ± 10
12,5 a 9,5 mm (½" a ⅜")	550 ± 10
9,5 a 4,75 mm (⅜" a N° 4)	900 ± 5
	2500 ± 25

Preparar 2500 g de muestra de ensayo preliminar usando la gradación prescrita. Secar la muestra hasta peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C. Lávese mecánicamente la muestra preliminar de la misma manera como se describió en los numerales 6.2.1.3 a 6.2.1.5. Repítanse las secciones 6.2.1.9 y 6.2.1.10, si es necesario, para obtener suficiente material que dé una muestra de ensayo lavada de 2500 ± 25 g, numeral 6.2.1.8 a). Después de permitir que se enfríe el material secado al horno, espérese el agregado grueso lavado, en los tamices de 12,5; 9,5 y 4,75 mm (½", ⅜", N° 4). Descártese el material que pasa el tamiz de 4,75 mm (N° 4). Prepárese la muestra de ensayo lavada usando los pesos especificados en el numeral 6.2.1.8, a partir de porciones representativas de cada tamaño del material lavado. Ocasionalmente, puede ser necesario lavar una tercera muestra preliminar de ensayo para obtener el peso requerido en un tamaño específico de material.

#### PROCEDIMIENTO PARA EL AGREGADO GRUESO

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 200

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIF. 84222  
Registro de Obra

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIF. 84222  
Registro de Obra

65





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



64

Colóquese el cilindro plástico (el mismo requerido en la norma MTC E114 para obtención del equivalente de arena) sobre una masa de trabajo, la cual no debe estar expuesta a vibraciones durante el proceso de sedimentación del ensayo. Viértanse 7 mL (0,24 onzas) de la solución base del cloruro de calcio dentro del cilindro. Colóquense los tamices de 4,75 mm (N°4) y de 75 µm (N° 200) sobre el recipiente recolector del agua de lavado con el tamiz de 4,75 mm (N°4) arriba, el cual sirve sólo para proteger el tamiz de 75 µm (N°200). Colóquese la muestra de ensayo lavada (como se preparó en el numeral 6.2.2.1) en el vaso de lavado mecánico. Añádase luego la cantidad de agua destilada o desmineralizada, determinada en el numeral 6.2.1.4; ajústese la tapa y colóquese el vaso en el agitador. Comiencese la agitación después de 60 segundos de haber vertido el agua de lavado. Agítase el vaso por  $600 \pm 15$  segundos. Inmediatamente después de agitado, retírese el vaso del agitador y quítase la tapa. Agítase el contenido del vaso sostenido verticalmente, en forma vigorosa, con movimientos horizontales - circulares, cinco o seis veces, para, poner los finos en suspensión e inmediatamente viértase este contenido en el recipiente colector de agua de lavado con los tamices mencionados en el numeral 6.2.2.1. Descárgese el material retenido en el tamiz de 4,75 mm (N° 4). Recójase toda el agua de lavado y material que pasa el tamiz de 75 µm (N° 200) en el recipiente colector. Para asegurar que el material de tamaño inferior al del tamiz de 75 µm (N° 200) pasa por dicho tamiz, deben seguirse los siguientes pasos:

- A medida que el agua de lavado del material es drenada por el tamiz de 75 µm (N° 200),
- debe golpearse repetidamente el lado del tamiz con la mano. Si aún queda una concentración retenida en el tamiz, debe recidarse el agua de lavado. Para ello debe primero dejarse reposar el agua del colector permitiendo que asienten las partículas mayores. Luego, el agua un poco más clara de la parte superior puede depositarse en otro recipiente y volverse a verter sobre los tamices, para caer de nuevo en el recipiente colector, lavando así las partículas remanentes. Debe repetirse este recidaje hasta que todas las partículas que deben pasar por el tamiz de 75 µm efectivamente pasen y se junten en el recipiente colector.

Añádase agua destilada o desmineralizada, hasta dar el volumen de  $1000 \pm 5$  mL de agua sucia. Transfírase el agua de lavado a otro recipiente adecuado para agitar y verter su contenido. Colóquese un embudo en el cilindro plástico graduado. Agítase manualmente el agua de lavado para poner los finos en suspensión. Estando aún en turbulencia, viértase el agua de lavado dentro del cilindro graduado, en cantidad tal, que llegue el nivel del agua a la marca de 380 mm (15"). Remuévase el embudo, colóquese el tapón en el extremo del cilindro y prepárese para mezclar el contenido inmediatamente.

Mézclase el contenido mediante movimientos alternados de agitación hacia arriba y hacia abajo a la derecha y a la izquierda, haciendo que la burbuja atraviese completamente el cilindro 20 veces en 35 segundos aproximadamente. Completándose el proceso de mezclado, colóquese el cilindro sobre la mesa de trabajo y remuévase el tapón. Déjese reposar el contenido del cilindro por  $1200 \pm 15$  segundos cuidando de no perturbarlo. Exactamente al final de este tiempo léase y regístrese la altura de la columna de sedimentación, con aproximación de 2,5 mm (0,1").

**Nota 5.** Existen dos condiciones no usuales que pueden ser encontradas en esta fase del procedimiento de ensayo. Una es que puede no formarse una línea de demarcación claramente definida entre el sedimento y el líquido sobre él, al finalizar los 20 minutos especificados. Si esto ocurre en un ensayo donde se usó agua destilada o desmineralizada, déjese sedimentar aún más hasta que se forme la línea de demarcación, midase la altura y regístrese el tiempo. Si en cambio el ensayo se hizo con agua común, debe discontinuarse el ensayo y repetirse usando una parte de la muestra que no esté ensayada, y usando agua desmineralizada. La segunda condición no usual es que el líquido que está sobre la línea de demarcación puede verse aún oscuro y turbio al final de los 20 minutos de sedimentación, viéndose como si la línea de demarcación estuviese dentro de la misma columna de sedimentación. Al igual que la primera condición, si se ha usado agua común, debe volver a hacerse el ensayo con una nueva muestra y con agua destilada y desmineralizada; en caso contrario, puede leerse y registrarse esta línea de demarcación al final del tiempo de sedimentación de 20 minutos.

**PREPARACION DE LA MUESTRA DE ENSAYO (PROCEDIMIENTO B-AGREGADO FINO)**

Cuátese una porción representativa del material que pasa por el tamiz de 4,75 mm (N° 4), en cantidad suficiente para obtener un peso secado al horno de  $500 \pm 0,25$  g. Séquese la muestra preliminar de ensayo a peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Enfriese a la temperatura ambiente.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382861 Anexo: 290



Walter Cuentas Velasco  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Cuentas Velasco  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

64



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



63

Colóquese la muestra de ensayo en el vaso mecánico de lavado, añádanse 1000  $\pm$  5 ml de agua destilada y desmineralizada, y tápese el vaso. Asegúrese el vaso en el agitador con suficiente tiempo para comenzar la agitación después de 600  $\pm$  30 segundos de haber introducido el agua de lavado. Agítase el vaso por un periodo de 120  $\pm$  5 segundos. Después de completar el periodo de agitación por 2 minutos, retírese el vaso del agitador, destápese y cuélese cuidadosamente su contenido a través del tamiz de 75  $\mu$ m (N° 200), protegido con el tamiz de 4,75 mm (N° 4), como se describió en el numeral 6.2.1.1. Enjuáguese el vaso y el tamiz con ayuda de una manguera, de manera que el agua de lavado caiga en el mismo recipiente de los agregados que pasaron el tamiz de 75  $\mu$ m (N° 200), hasta que el agua que pasa por el tamiz salga clara. Puede ser necesario fluidificar aquellas muestras que sean arcillosas o limosas, antes de verterlas sobre el tamiz, para prevenir el taponamiento del tamiz de 75  $\mu$ m (N° 200). Se hace esto añadiendo agua al vaso después del periodo de agitación. La fluidificación repetida puede ser necesaria en casos extremos, antes de que el contenido del vaso sea vertido en el tamiz. Después del lavado, transfírase el material retenido en el tamiz a un recipiente de secado y séquese hasta peso constante, a una temperatura de 110  $\pm$  5 °C. Es necesario lavar el material retenido en el tamiz de 75  $\mu$ m (N° 200) para transferir el recipiente de secado. Déjese el recipiente en una posición inclinada, hasta que el agua drene libremente en la parte inferior del recipiente, dejar que el agua sea clara. Luego desáljese esta agua clara.

Úsense recipientes grandes para extender la muestra y alimentar la velocidad de secado. Dividir o cuartear parte del material de lavado y secado y proporcionar una muestra de tamaño suficiente para llenar un tarro de 3 onzas (85 mL) hasta el borde. Predeterminar la cantidad exacta de material cuarteado utilizando los siguientes procedimientos:

- Llenar el tarro de medición hasta rebosar con el material preparado.
- Consolidar el material en el tarro golpeando el borde inferior con un objeto duro.
- Enrasar el nivel superior usen una regla y determinar el peso del material.

**Nota 6.** Es preferible el uso de un cuarteador que cumpla con los requisitos de la norma MTC E105. Hágase un ensayo de equivalente de arena de acuerdo con la norma MTC E114, con la excepción de que se debe usar un agitador mecánico para agitar continuamente el cilindro y su contenido por un tiempo de 600  $\pm$  15 segundos.

**PREPARACION DE LA MUESTRA (PROCEDIMIENTO C - AGREGADOS MUY FINOS PARA SER ENSAYADOS COMO AGREGADOS GRUESOS Y MUY GRUESOS PARA SER ENSAYADOS COMO AGREGADOS FINOS)**

El procedimiento C ha sido desarrollado para ensayar agregados que están contenidos principalmente entre los tamices de 9,5 mm y 1,18 mm (3/8" y N° 16) (gravilla, conchillo). Estos agregados son muy finos para ser ensayados como agregados gruesos y muy gruesos para ser ensayados como arena.

Prepárese la muestra de ensayo de la misma forma que la especificada en el numeral 6.2.3, exceptuando que se elimina el procedimiento de tamizado y de recomendación del material seco como se requería en los numerales 6.2.3.7 y 6.2.3.8.

**PROCEDIMIENTO**

Llénese el cilindro plástico hasta el nivel de 102  $\pm$  2,5 mm (4  $\pm$  0,1") con agua destilada o desmineralizada. Viértase el espécimen de ensayo preparado dentro del cilindro mediante un embudo para evitar derramamiento. Golpéese súbitamente el fondo del cilindro con la palma de la mano para liberar cualquier burbuja y ayudar al humedecimiento total del espécimen. Déjese reposar el cilindro por 10  $\pm$  1 minutos. Tápese el cilindro, ramévese el material del fondo, y colóquese el cilindro en el agitador mecánico del equivalente de arena. Actívese el cronómetro y permítase que la máquina agite el cilindro y su contenido por 30  $\pm$  1 minutos. Al final del periodo de agitación, sáquese el cilindro del agitador y transfírase el agua y el material que pasa el tamiz de 75  $\mu$ m (N° 200) a un segundo cilindro que contiene 7 ml (0,24 oz) de solución base de cloruro de calcio. Para ello, deben ensamblarse los tamices de 2,36 mm y de 75  $\mu$ m (N° 8 y N° 200) con un embudo que descarga al segundo cilindro, debe golpearse el fondo del primer cilindro (aún tapado) y agitarse para aflojar su contenido, luego invertirlo sobre el embudo con los tamices, quitar el tapón y dejar que se cuele el contenido a través de los tamices y que descargue el material que pasa, en el segundo cilindro. Luego añádase suficiente agua fresca destilada, hasta que el nivel del líquido en el segundo cilindro sea de 380 mm (15"). Tápese el segundo cilindro y mézclase su contenido invirtiéndolo 20 veces en 35 segundos.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77130

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Responsable de Obra

63





GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Permitase que el cilindro repose no disturbado, por  $1200 \pm 15$  segundos (20 minutos) desde el momento de haber completado la operación de mezcla; luego léase la marca de la suspensión arcillosa con precisión de 2.5 mm (0.1").

## CALCULOS

### PROCEDIMIENTO A - AGREGADO GRUESO

Calcúlese el índice de durabilidad del agregado grueso, aproximándolo al entero más cercano, usando la siguiente ecuación:

$$D_r = 30,3 + 20,8 \cot (0,29 + 0,15 H)$$

Dandekar

$D_i$  = Índice de durabilidad

H = Altura de sedimentación, en mm, y la cantidad  $(0.29 + 0.15 H)$  en radianes.

La Tabla 1 muestra soluciones a esta ecuación

Tabla 1  
Índice de durabilidad del agregado grueso  
( $D_c = 30.3 + 20.8 \cot(0.29 + 0.15 H)$ ) (A)

Altura de sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de sedimento		D <sub>r</sub>
Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg	Mm	
0,0	0,0	100	3,0	76,2	53	6,0	152,4	39	9,0	228,6	29	12,0	304,8	18
0,1	2,5	96	3,1	78,7	52	6,1	154,9	38	9,1	231,1	29	12,1	307,0	18
0,2	5,1	93	3,2	81,3	52	6,2	157,5	38	9,2	233,7	28	12,2	309,9	18
0,3	7,6	90	3,3	83,8	51	6,3	160,0	38	9,3	236,2	28	12,3	312,4	18
0,4	10,2	87	3,4	86,4	51	6,4	162,6	37	9,4	238,8	28	12,4	315,0	17
0,5	12,7	85	3,5	88,5	50	6,5	165,1	37	9,5	241,3	27	12,5	317,5	16
0,6	15,2	82	3,6	91,4	49	6,6	167,6	37	9,6	243,8	27	12,6	320,0	16
0,7	17,8	80	3,7	94,0	49	6,7	170,2	36	9,7	246,4	27	12,7	322,6	15
0,8	20,3	78	3,8	96,5	48	6,8	172,7	36	9,8	248,9	26	12,8	325,1	15
0,9	22,9	76	3,9	99,1	48	6,9	175,3	36	9,9	251,5	26	12,9	327,7	14
1,0	25,4	74	4,0	101,6	47	7,0	177,8	35	10,0	254,0	26	13,0	330,2	14
1,1	27,9	73	4,1	104,1	47	7,1	180,3	35	10,1	256,5	25	13,1	332,7	13
1,2	30,5	71	4,2	106,7	46	7,2	182,9	35	10,2	259,1	25	13,2	335,3	13
1,3	33,0	70	4,3	109,2	46	7,3	185,4	34	10,3	261,6	25	13,3	337,8	12
1,4	35,6	68	4,4	111,8	45	7,4	188,0	34	10,4	264,2	24	13,4	340,4	12
1,5	38,1	67	4,5	114,3	45	7,5	190,5	34	10,5	266,7	24	13,5	342,9	11
1,6	40,6	66	4,6	116,8	44	7,6	193,0	33	10,6	269,2	24	13,6	345,4	11
1,7	43,2	65	4,7	119,4	44	7,7	195,6	33	10,7	271,8	23	13,7	348,0	10
1,8	45,7	63	4,8	121,9	43	7,8	198,1	33	10,8	274,3	23	13,8	350,5	9
1,9	48,3	62	4,9	124,5	43	7,9	200,7	32	10,9	276,9	23	13,9	353,1	9
2,0	50,8	61	5,0	127,0	43	8,0	203,2	32	11,0	279,4	22	14,0	355,6	8
2,1	55,4	60	5,1	129,5	42	8,1	205,7	32	11,1	281,9	22	14,1	358,1	7
2,2	55,9	59	5,2	132,1	42	8,2	208,3	31	11,2	284,5	22	14,2	360,7	7
2,3	58,9	59	5,3	134,6	41	8,3	210,8	31	11,3	287,0	21	14,3	363,2	6
2,4	61,0	58	5,4	137,2	41	8,4	213,4	31	11,4	289,6	21	14,4	365,8	5
2,5	63,5	57	5,5	139,7	40	8,5	215,9	30	11,5	292,1	20	14,5	368,3	4
2,6	66,0	56	5,6	142,2	40	8,6	218,4	30	11,6	294,6	20	14,6	370,8	4

Altura de sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de Sedimento		D <sub>r</sub>	Altura de sedimento		D <sub>r</sub>	
Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg	Mm		Pulg
2,7	68,0	55	5,7	144,8	40	8,7	221,0	30	11,7	297,2	20	14,7	373,4	3	
2,8	71,1	54	5,8	147,3	39	8,8	223,5	29	11,8	299,7	19	14,8	375,9	2	
2,9	73,7	54	5,9	149,9	39	8,9	226,1	29	11,9	302,3	19	14,9	378,5	1	
												15,0		381,0	

#### PROCEDIMIENTO B - AGREGADO FINO

Colócase el índice de durabilidad del agregado fino, aproximándolo al entero inmediatamente superior, usando la siguiente ecuación:

[www.regionnatecniipa.gov.pe](http://www.regionnatecniipa.gov.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo: 280

Vallejo - Paucarpata - Perú Te  
Dante Caballero Caba  
ING. CIVIL  
C.R. 72190

o (054) 382800 Anexo: 2001

 *Walter Funes Velland*  
Ing. Civil  
D.P. 84722  
Buenos Aires de Oros



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



81

$$Df = \frac{\text{Lectura de la arena}}{\text{Lectura de la arena}} \times 100$$

Si se desea calcular el índice como el promedio de varios índices, cada índice se calcula al entero superior y el promedio de ellos también se aproxima al entero superior.

**PROCEDIMIENTO C - AGREGADOS MUY FINOS PARA SER ENSAYADOS COMO AGREGADOS GRUESOS Y MUY GRUESOS PARA SER ENSAYADOS COMO AGREGADOS**

**FINOS**

Calcúlese el índice de durabilidad de acuerdo con el numeral 7.1.1

**INFORME**

Infórmese la gradación del material a ensayar tal como fue recibido, la gradación de la muestra de agregado grueso usada y la de agregado fino usada (análisis de mallas). Infórmese el índice de durabilidad calculado ( $D_c$  o  $D_f$ ) con la indicación del procedimiento usado (A, B o C). Infórmese si hubo control de temperatura y si se usó agua común, destilada o desmineralizada.

**J. SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**OBJETO**

Establecer el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases estabilizadas y mezclas asfálticas.

**FINALIDAD Y ALCANCE**

Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de las sales. La presencia de éstas se detecta mediante reactivos químicos que, al menor indicio de sales, forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado se toma una alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes. El método es aplicable en controles de obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación del contenido de sales.

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

Manual de Carreteras Vol. N° 8 – 8.202.14: Agregados Pétreos: Método para determinar sales solubles (LNV 8) – Chile Manual de Carreteras Vol. N° 8 – 8.202.1: Agregados Pétreos: Método para extraer y preparar muestras (LNV 64) – Chile Manual de Carreteras Vol. N° 8 – 8.202.18: Agregados Pétreos: Método para determinar el contenido de cloruros y sulfatos (LNV 76) – Chile.

**EQUIPOS**

Balanza analítica, con sensibilidad de 0,01 g  
Estufa, capaz de mantener temperaturas de  $105 \pm 5^\circ\text{C}$   
Plancha de calentamiento

**MATERIALES**

Mecheros  
Matraces aforados  
Vasos de precipitado  
Pipetas  
Tubos de ensayo

**INSUMOS**

Agua destilada  
Solución de Nitrato de Plata  
Solución de Cloruro de Bario

**MUESTRA**

La cantidad de muestra y aforo debe ajustarse a lo que se indica en la tabla adjunta:

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra

61





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Lo

Agregado Pétreo	Cantidad mínima (g)	Aforo mínimo (mL)
Grava 50 – 20 mm	1000	500
Grava 20 – 5 mm	500	500
Arena 20 mm	100	500

#### PROCEDIMIENTO

Secar la muestra en horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta masa constante, aproximando a 0,01 g. Registre esta masa como A.

Colocar la muestra en un vaso de precipitado, agregue agua destilada en volumen suficiente para cubrir unos 3 cm sobre el nivel de la muestra y caliente hasta ebullición.

Agitar durante 1 min. Repetir la agitación a intervalos regulares, hasta completar cuatro agitaciones en un periodo de 10 min. Decantar mínimo 10 min hasta que el líquido se aprecie transparente y transvase el líquido sobrenadante a otro vaso. Determine en forma separada, en dos tubos de ensayo, las sales solubles con los respectivos reactivos químicos. La presencia de cloruros se detecta con unas gotas de nitrato de plata, formándose un precipitado blanco de cloruro de plata y la de sulfatos con unas gotas de cloruro de bario, dando un precipitado blanco de sulfato de bario. Repetir los pasos desde 6.2 a 6.4 hasta que no se detecte presencia de sales, juntando los líquidos sobrenadantes.

Una vez enfriados, vacíe todos los líquidos sobrenadantes acumulados, a un matraz aforado y enrase con agua destilada. En caso de tener un volumen superior, concentre mediante evaporación. Registre el aforo como B. Tomar una alícuota de un volumen entre 50 y 100 mL, de la muestra previamente homogeneizada, del matraz aforado y registre su volumen como C. Cristalizar la alícuota en un horno a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$ , hasta masa constante y registre la masa como D.

#### CALCULOS

El cálculo está dado por la siguiente relación:

$$\text{Sales solubles (\%)} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B} - 1} \times 100$$

#### INFORME

Se informará el porcentaje de sales solubles

**Nota 1.** En caso de necesitar mayor precisión en la determinación de sales o cuando se esté en el límite de la exigencia, emplee el Método 8.202.18.

#### K. METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

##### OBJETO

Este método de ensayo abarca la determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos especificados.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Algunas especificaciones contienen requerimientos relacionados al porcentaje de partículas fracturadas en los agregados gruesos. Un propósito de tales requerimientos es maximizar el esfuerzo cortante mediante incremento de fricción inter-partícula tanto en las mezclas de agregados sueltos o compactados. Otro propósito es suministrar estabilidad a los tratamientos de superficies de agregados y proporcionar fricción incrementada por la textura para los agregados usados en los pavimentos de superficies granulares. Este método de ensayo proporciona un procedimiento estándar para la determinación de la aceptabilidad del agregado grueso con respecto a tales requerimientos.

Las especificaciones difieren tanto en el número de caras de fractura requeridas sobre una partícula fracturada, y ellas también difieren del porcentaje por masa o porcentaje por cantidad de partícula a ser considerada. Si la especificación no lo especifica, usar los criterios de al menos una cara fracturada y calcular el porcentaje por masa. Cara fracturada, n.- una superficie angular, áspera y rugosa, o rota de un agregado

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382800 Anexo: 3901



Ing. Civil  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Reservista de Obra

60



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



59

ocasionada por chancado u otro medio artificial, o por medio natural (Ver Terminología ASTM D8).  
Discusión- para esta norma, una cara se considerará "una cara fracturada" sólo si tiene un área proyectada al menos tan larga como un cuarto del área máxima proyectada (área transversal- sección máxima) de la partícula y la cara tiene borde bien definido, esta excluye picaduras o quiebres pequeños. Ver Fig. 1.  
Partícula fracturada, n.- una partícula de agregado que tiene al menos un número mínimo de caras fracturadas especificadas (usualmente una o dos). Los valores establecidos en unidades del Sistema Internacional serán considerados como estándar. Los valores entre paréntesis son proporcionados solo como información

#### REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 5821: Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate.

#### EQUIPOS

Balanza. - una balanza precisa y con aproximación al menos al 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso.

Tamices. - tamices conforme a la Especificación ASTM E 11.

Separador o Cuarteador. - un separador de muestras apropiado para la división de la muestra de campo a tamaño de ensayo de acuerdo con MTC E 103 (Práctica ASTM C-702).

Espátula. - una espátula o herramienta similar para ayudar en la mezcla de las partículas de agregado.

#### MUESTRA

Muestrear el agregado de acuerdo con la MTC E 201 (Práctica ASTM D 75).

#### PROCEDIMIENTO

##### PREPARACION DEL ENSAYO

Secar la muestra lo suficiente hasta obtener una separación clara entre el material fino y grueso en la operación de tamizado. Tamizar la muestra por la malla N°4 (4,75 mm), u otra malla especificada para la retención de material para este ensayo, de acuerdo con el Método de Ensayo ASTM C 136 y luego reducir la parte retenida sobre la malla usando un cuarteador de acuerdo con la Práctica MTC E 103 (ASTM C 702) hasta el tamaño apropiado para ensayo.

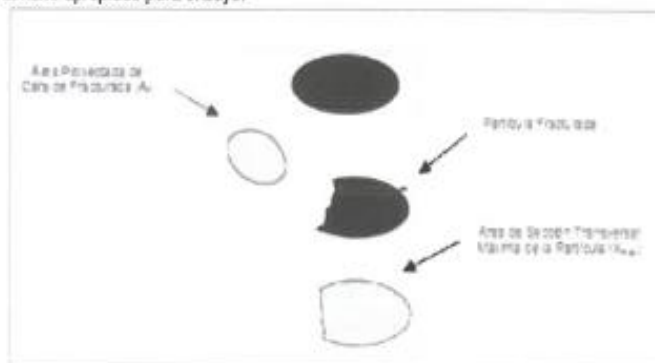


Figura 1: Esquema de una Partícula Fracturada con una Cara de fractura Una cara será considerada como una cara fracturada solo si tiene  $A_f \geq 0.25 X_{max}$

La masa de la muestra de ensayo debe al menos ser lo suficiente grande de modo que la partícula más grande no esté en más del 1% de la masa de muestra; o la muestra de ensayo debe ser al menos tan grande como se indica a continuación, en ningún caso más pequeño:

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)3828609 Anexo 2, O.P. 64222

Dante Caballero Cubi  
ING. CIVIL  
CIP 77150

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
Residente de Obra

59



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Tamaño Máximo Nominal Muestra de ensayo mínima mm (pulg.)	Abertura Cuadrada, mm (pulg.) Masa, g (aprox. lb.)
9,5 (3/8)	200 (0,5)
12,5 (1/2)	500 (1)
19,0 (3/4)	1 500 (3)
25,0 (1)	3 000 (6,5)
37,5 (1 1/2")	7 500 (16,5)
50,0 (2)	15 000 (33)
63,0 (2 1/2)	30 000 (66)
75,0 (3)	60 000 (132)
90,0 (3 1/2)	90 000 (198)

Para agregados con un tamaño máximo nominal de 19,0 mm (3/4") o mayor, donde el contenido de partícula fracturada será determinado para el material retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) o uno menor, la muestra de ensayo debe ser separada por el tamiz 9,5 mm (3/8").

La parte pasante la malla 9,5 mm (3/8") puede luego ser posteriormente reducida, de acuerdo con la MTC E 103 (Práctica ASTM C 702), hasta un mínimo de 200 g (0,5 lb.). Esto reducirá el número de partículas a ser separadas durante el procedimiento. En este caso, el porcentaje de partículas fracturadas es determinado para cada porción, y el porcentaje promedio pesado de partículas fracturadas es calculado basado sobre la masa de cada una de las partes para reflejar el porcentaje total de partículas fracturadas en la muestra entera.

#### PROCEDIMIENTO OPERATORIO

Lavar la muestra sobre el tamiz designado para la determinación de partículas fracturadas para retirar cualquier material fino remanente y secar a masa constante. Determinar la masa de la muestra, y cualquiera de las determinaciones subsecuentes de masa, al menos con 0,1% de la masa de la muestra seca original. Extender la muestra de ensayo seca sobre una superficie larga, plana y limpia que permita una inspección cuidadosa de cada partícula. Para verificar que la partícula entra en el criterio de fracturada, tomar la partícula del agregado de manera que la cara sea observada directamente. Si la cara constituye al menos un cuarto de la máxima sección transversal de la partícula de roca, considerar como una cara fracturada. Usando la espátula o herramienta similar, separa en dos (02) categorías: (1) partículas fracturadas basadas en tanto si tiene el número requerido de caras fracturadas, (2) partículas que no reúnen el criterio especificado. Usar las figuras del 2 - 7 para ayudar en esta determinación. Se entenderá que algunas de las partículas de las figuras 2 - 4 muestran más de una cara de fractura. Si el número requerido de caras de fractura no está dado a las especificaciones aplicables, la determinación será hecha sobre la base de un mínimo de una cara fracturada.

Determinar la masa o cantidad de partícula en la categoría de partícula fracturada y la masa o cantidad de las partículas que no reúnen el criterio de fractura especificado. Use la masa para calcular el porcentaje de partículas fracturadas a menos que el porcentaje por conteo de partículas sea especificado.

Si más de un número de caras de fractura es especificado (por ejemplo 80% con una o más caras fracturadas y 50% con 2 o más caras de fracturas), repetir el procedimiento sobre la misma muestra para cada requerimiento.



Figura: 2 Partículas Fracturadas (Bordes Agudos, Superficies Rugosas)

#### CALCULOS

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382460 Anexo: 2961



Ing. Civil  
C.P. 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
C.P. 04222  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



57

Calcular el porcentaje de masa o porcentaje de conteo de partículas con el número especificado de caras fracturadas con aproximación al 1% de acuerdo con lo siguiente:

$$P = \frac{F}{(F + N)} \times 100$$

Donde:

- P = porcentaje de partículas con el número especificado de caras fracturadas,
- F = masa o cantidad de partículas fracturadas con al menos el número especificado de caras fracturadas,
- N = masa o cantidad de partículas en la categoría de no fracturadas o que no entran en el criterio de partícula fracturada.

#### INFORME

Reportar el porcentaje de masa o porcentaje de conteo de partículas con el número especificado de caras fracturadas con aproximación al 1%. Reportar el criterio de fractura especificado contra el cual la muestra fue evaluada. Reportar la masa total en gramos del agregado grueso de la muestra empleado. Reportar la malla sobre la cual la muestra de ensayo fue retenida al iniciar el ensayo. Reportar si el porcentaje de partículas fracturadas fue determinado por masa o por el conteo de partículas.

#### L. GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS FINOS

##### OBJETO

Determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

El peso específico (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Portland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son proporcionadas y analizadas en base al volumen. También es usado en el cálculo de vacíos en el agregado del ensayo MTC E 203. El peso específico aparente y peso específico relativo aparente atañen al material sólido de las partículas constituyentes que no incluyen el espacio poroso dentro de ellas que es accesible al agua. Este valor no es ampliamente usado en la tecnología de agregados de construcción. Los valores de absorción son usados para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida entre los espacios de los poros entre las partículas constituyentes, comparado a la condición seca, cuando es estimado que el agregado ha estado en contacto con el agua lo suficiente para satisfacer la mayor absorción potencial. Se aplica para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como en control de uniformidad de las características físicas. No es aplicable para agregados ligeros por cuanto la inmersión en agua por 24 horas no asegura que los poros se llenen completamente, lo cual es un requisito necesario para poder aplicar el ensayo eficientemente.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino.

##### EQUIPOS

Balanza, con capacidad mínima de 1 000 g o más y sensibilidad de 0,1 g.  
Estufa, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

##### MATERIALES

Frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta 0,1 cm<sup>3</sup> a 20 °C.  
Molde cónico, metálico de  $40 \pm 3$  mm de diámetro interior en su base menor,  $90 \pm 3$  mm de diámetro interior en una base mayor y  $75 \pm 3$  mm de altura.  
Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de  $340 \pm 15$  g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de  $25 \pm 3$  mm de diámetro.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Jaime Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 61222  
Resumen de Gora

57



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



56

### MUESTRA

Muestrear el agregado de acuerdo con la MTC E 201. Mezclar uniformemente y reducir por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de aproximadamente 1 kg. Colocar el agregado fino obtenido por cuarteo y secado a peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  en un recipiente y cubrir con agua dejando reposar durante 24 horas. Decantar el agua evitando pérdida de finos y extender el agregado sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio y remover frecuentemente para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhieran marcadamente entre sí. Colocar en el molde cónico y golpear la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado y levantar luego el molde. Si existe humedad libre el cono de agregado fino mantiene su forma. Seguir secando, revolver constantemente y probar hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, lo que indica que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.

### PROCEDIMIENTO

Introducir en el frasco una muestra de 500 g de material preparado, llenar parcialmente con agua a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta alcanzar la marca de 500 cm<sup>3</sup>. Agitar el frasco para eliminar burbujas de aire de manera manual o mecánicamente. Manualmente rodar, invertir y agitar el frasco para eliminar todas las burbujas de aire.

**Nota 1.** Cerca de 15 a 20 minutos son normalmente requeridos para eliminar las burbujas de aire por método manual.

Mecánicamente, extraer las burbujas de aire por medio de una vibración externa de manera que no degrade la muestra. Después de eliminar las burbujas de aire, ajustar la temperatura del frasco y su contenido a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  y llenar el frasco hasta la capacidad calibrada. Determinar el peso total del frasco, espécimen y agua.

Remover el agregado fino del frasco, secar en la estufa hasta peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ , enfriar a temperatura ambiente por  $\frac{1}{2}$  a 1  $\frac{1}{2}$  hora y determinar el peso.

### CALCULOS

Peso específico de masa (P<sub>m</sub>):

$$P_{e_m} = \frac{W_a}{(V - V_a)} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

- P<sub>m</sub> = Peso específico de masa
- W<sub>a</sub> = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;
- V = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>
- V<sub>a</sub> = Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida al frasco.

Peso específico de masa saturado con superficie seca (P<sub>ms</sub>)

$$P_{e_{ms}} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 \quad (2)$$

Peso específico aparente (P<sub>a</sub>)

$$P_e = \frac{W_a}{(V - V_a) - (500 - W_a)} \times 100 \quad (3)$$

Absorción (Ab)

$$A_p = \frac{500 - W_a}{W_a} \times 100 \quad (4)$$

### INFORME

Reportar el resultado del peso específico con aproximación a 0,01 e indicar el tipo de peso específico, ya sea de masa, saturado superficialmente seco o aparente. Reportar el resultado de absorción con aproximación a 0,1%.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo. 2901

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
C.P. 64222  
Residente de Obra



56





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



55

## M. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS

### OBJETO

Establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este modo operativo no es aplicable para agregados ligeros.

### FINALIDAD Y ALCANCE

Una muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego se retira del agua, se seca el agua de la superficie de las partículas, y se pesa. La muestra se pesa posteriormente mientras es sumergida en agua. Finalmente, la muestra es secada al horno y se pesa una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

### REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

### EQUIPOS

Balanza: Sensible a 0,5 g y con capacidad de 5 000 g o más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado.

Cesta con malla de alambre: Con abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4 a 7 L para tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menores, y un cesto más grande como sea necesario para ensayar agregados con tamaños máximos mayores. El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando esté sumergido.

Depósito de agua: Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.

Tamíes: Un tamiz normalizado de 4,75 mm (N° 4) o de otros tamaños como sean necesarios, de acuerdo a la N.T.P. 350.001.

Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$

### MUESTRA

Se seleccionará la muestra siguiendo el modo operativo MTC E 201.

Mezclar la muestra y reducirla aproximadamente a la cantidad necesaria usando el procedimiento descrito en la ASTM C 702. Descartar todo el material que pase el tamiz 4,75 mm (N° 4) por tamizado seco y luego lavar el material para remover polvo u otras impurezas superficiales. Si el agregado grueso contiene cantidades importantes de material más fino que el tamiz 4,75 mm (N° 4) (tales como tamaño N° 8 y 9 considerados en la Clasificación de la ASTM D 448), usar el tamiz 2,36 mm (N° 8) en vez del tamiz 4,75 mm (N° 4). Alternativamente, separar el material más fino que el tamiz 4,75 mm y ensayarlo de acuerdo al Modo Operativo E 205. El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1

Peso mínimo de la muestra de ensayo

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuentes Velasquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Responsable de Obra

55



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



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

Si la muestra es ensayada en dos o más fracciones de tamaños, determinar la gradación de la muestra de acuerdo con lo indicado en el Modo Operativo MTC E 204.

#### PROCEDIMIENTO

Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 a 3 horas para muestras de ensayo de tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 1/2 pulg) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente  $50^{\circ}\text{C}$ ). Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por un periodo de  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ .

**Nota 1.** Cuando se ensaya agregado grueso de tamaños máximos nominales mayores, sería conveniente realizar el ensayo en dos o más sub muestras, y los valores obtenidos combinarlos por cómputo. Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporciónamiento de mezclas de hormigón (concreto) en los cuales los agregados van a ser usados en su condición natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminado y, si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes de ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.

Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,5 g o al 0,05% del peso de la muestra, la que sea mayor.

Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre  $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ , densidad  $997 \pm 2 \text{ kg/m}^3$ . Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.

Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente  $50^{\circ}\text{C}$ ) y se pesa.

#### CALCULOS

Peso Específico:

a) Peso Específico de masa ( $P_m$ )

Dany Caballero Cuba  
Ingeniero Civil  
RFP 77130

Walter Fuentes Velásquez  
Ingeniero Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



53

$$P_{sp} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

- A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;  
B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;  
C = Peso en el agua de la muestra saturada.

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

$$P_{ss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

c) Peso específico aparente ( $P_a$ )

$$P_a = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

### INFORME

Informar el resultado del peso específico con aproximación a 0,01, e indicar el tipo de peso específico, ya sea de masa, saturado superficialmente seco o aparente. Informar el resultado de absorción con aproximación a 0,1 %. Si los valores de peso específico y absorción fueron determinados sin el primer secado del agregado, como se permite en el apartado 6.2, será notificado en el reporte.

### N. VALOR DE AZUL DE METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES.

INV E- 235 – 07

### OBJETIVO

Esta norma indica el procedimiento para determinar la cantidad de material potencialmente dañino (incluyendo arcilla y material orgánico) presente en la fracción fina de un agregado mediante la determinación del Valor de Azul de Metileno. Este método puede requerir materiales, operaciones y equipos peligrosos. Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de lo quien emplee el establecimiento de prácticas seguras a favor de la salud y la seguridad y la determinación de la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su uso.

### RESUMEN DEL MÉTODO DE PRUEBA

La solución de Azul de Metileno es titulada en pequeños incrementos en un recipiente que contiene agua destilada y la muestra de material menor del tamiz de 75 m m (No 200). Después de cada incremento se retira del recipiente una pequeña cantidad del agua con la muestra, empleando una varilla agitadora de vidrio y se deja caer en forma de gota sobre un papel filtro. Cuando la muestra de agregado no pueda adsorber más Azul de Metileno se forma un anillo azul en el papel filtro. En este momento se procede a cuantificar la cantidad de solución de Azul de Metileno añadida y a calcular el valor de Azul de Metileno (mg/g miligramos de Azul por gramo de suelo).

### USO Y SIGNIFICADO

El Valor de Azul de Metileno determinado mediante esta norma, se puede emplear para estimar la cantidad de arcillas dañinas y materia orgánica presente en un agregado. Un valor significativo indica una gran cantidad de arcilla o de materia orgánica presentes en la muestra.

Nota 1.- Aschenbrener (1992) desarrolló la siguiente relación entre Valores de Azul de Metileno y el comportamiento esperado de una mezcla asfáltica en caliente teniendo en cuenta su susceptibilidad a la humedad.

Tabla 1. Valor de azul de metileno y el comportamiento esperado de la mezcla asfáltica

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2001



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

53





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



52

Valor de Azul de Metileno (mg/g)	Desempeño anticipado
≤ 9	Excelente
7-12	Marginalmente aceptable
13-19	Problemático Posible falla
≥ 20	Fallado

#### EQUIPO Y MATERIALES

- Bureta – De color ámbar de por lo menos 50 ml de capacidad con graduaciones de 0.1 ml.
- Agitador magnético – Con varilla revolvedora.
- Balanza – De 200g de capacidad y 0.001g de sensibilidad.
- Varilla de vidrio – De aproximadamente 250 mm (10") de largo y 8 mm (0.3") de diámetro.
- Cronómetro.
- Platón y tamiz de 75  $\mu$ m (No 200).
- Matraz volumétrico – Con capacidad de 1000 ml.
- Papel filtro Whatman No2.
- Tres vasos de precipitado de 500 ml tipo griffin.
- Azul de Metileno – De grado reactivo, fechado y almacenado por un tiempo inferior a cuatro meses en un frasco color café envuelto con papel de aluminio y colocado en un gabinete oscuro a la temperatura del laboratorio.  
Nota 2.- Un gramo de Azul de Metileno se disuelve en suficiente agua destilada para producir 200mL de solución, de tal manera que cada ml de solución contenga 5mg de Azul de Metileno.
- Agua destilada – A la temperatura del laboratorio.
- Horno – Capaz de mantener la temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $60-77^\circ\text{F}$ )  
Nota 3.- Para el propósito de este procedimiento la temperatura de laboratorio debe estar entre  $15$  y  $25^\circ\text{C}$  ( $60-77^\circ\text{F}$ ).

#### MUESTRA

Una muestra representativa del agregado fino que se quiere evaluar se seca hasta masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) y se tamiza por la malla de 75  $\mu$ m (No 200). El pasante se utiliza para la prueba y el retenido se descarta.

#### PROCEDIMIENTO

Colocar 10.0 g ( $\pm 0.05$ g) de material pasante del tamiz 75 m m (No 200), seco hasta masa constante, en un vaso volumétrico tipo griffin de 500 ml. Adicionar 30 ml de agua destilada y batir con el agitador hasta tener una lechada. Agregar con la bureta a la lechada de suelo 0.5 ml de solución de Azul de Metileno y agitar durante un minuto. Sacar con la varilla agitadora de vidrio una gota de lechada y dejarla caer sobre el papel filtro. Se observa la gota en el papel filtro. Si no se ha formado alrededor de la gota un anillo o aureola azul, se continúa el ensayo adicionando a la lechada de suelo incrementos de 0.5 ml de solución de Azul de Metileno, agitando durante un minuto para cada incremento y realizando de nuevo la prueba en el papel filtro hasta que se observe el aro azul alrededor de la gota. Después de alcanzar este punto se continúa agitando durante 5 minutos y se repite la prueba en el papel filtro, como método de confirmación. Si se continúa presentando el aro azul se da por terminada la titulación y se procede a realizar el cálculo de Valor de Azul. Si, por el contrario, desaparece el aro, se debe continuar con la titulación.

Nota 4.- Con experiencia la persona que lleva a cabo la prueba, pueda llegar al final más rápidamente, omitiendo las primeras adiciones de solución de Azul de Metileno.

#### CALCULOS

Juan Carlos Cueva  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

52





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



51

$$I'_{A'} = \frac{C \times I'}{W}$$

VA = valor de Azul de Metileno en mg de azul por gramo de material seco para el tamiz de 75 µm (No 200).

C = concentración de la solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución.

V = ml de solución de Azul de Metileno requerida en la titulación, y

W = gramos de material seco utilizado en la prueba.

Cuando se utilizan la concentración de la solución de Azul de Metileno y el peso de material seco para el tamiz de 75 µm (No 200) indicados en esta norma (5 mg de Azul de Metileno por ml de solución y de 10g de material), el cálculo se simplifica.

$$I'_{A'} = \frac{5I'}{10} = 0.5I'$$

El VA se calcula con aproximación al 0.1 mg/g

**NORMAS DE REFERENCIA**  
AASHTO TP 57-01 (2004)

**O. GRADO ESTIMADO DE CUBRIMIENTO DE PARTÍCULAS EN MEZCLAS AGREGADO BITUMEN**

**OBJETO**

Determinar el tiempo de mezcla requerido de partículas cubiertas en una mezcla agregado – bitumen sobre la base del porcentaje de partículas clasificadas como cubiertas completamente.

**FINALIDAD Y ALCANCE**

Este procedimiento es empleado para establecer el tiempo de mezcla requerido para producir un cubrimiento satisfactorio para ciertas condiciones dadas. Este procedimiento puede también ser usado para muestrear mezclas en frío de pilas de acopio para determinar que ha habido un satisfactorio recubrimiento en dicho acopio. El procedimiento es empleado en mezclas en caliente, ó en frío.

**Nota 1.** Aun cuando una mezcla para pavimentación cumpla con el porcentaje de partículas recubiertas especificado, no hay la seguridad que el cemento asfáltico esté uniformemente distribuido en toda la mezcla.

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

ASTM D 2489: "Standard Practice for Estimating Degree of Particle Coating of Bituminous Aggregate Mixtures".

**EQUIPOS**

Tamices. De 9,5 mm (3/8 pulg) y 4,75 mm (N°4). Cumplirán la especificación E 11.

Reloj, para chequear el tiempo de mezclado en las bachadas de planta.

Termómetro, en el rango de 10°C a 204 °C.

Pala de muestreo.

Bandeja para muestras.

**MUESTRA**

Planta de Bachadas, Permita que la planta opere en un tiempo de mezcla establecido por bachada (controlado con reloj).

Planta de Mezcla Continua, Establecer el tiempo de mezcla por la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de Mezcla} = \frac{\text{Volumen del material en la mezcladora, kg}}{\text{Velocidad de procesamiento en la mezcladora, kg/s}}$$

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucurpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 200



Dante Caballero Caba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

51



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



50

Planta de Tambor, Operar la planta lentamente por un periodo largo de tiempo suficiente como para completar el muestreo.

Las muestras deben ser tomadas en el sitio de la planta de mezclado inmediatamente después de la descarga de tres camiones seleccionados al azar de acuerdo con la práctica D 3665 y muestreo de acuerdo a MTC E 501. Se requieren aproximadamente 2,5 a 4,0 kg para ejecutar el ensayo. Si el muestreo desde los camiones no es práctico, muestree de la vía antes de que la compactación empiece, en tres sitios diferentes de acuerdo con la práctica D 3665 y muestreo de acuerdo a MTC E 501. Si el muestreo es de una pila de acopio de una mezcla en frío, muestree al azar de acuerdo con la práctica D 3665 y muestreo de acuerdo a MTC E 501.

#### PROCEDIMIENTO

Tamizar cada muestra inmediatamente mientras esté caliente, sobre la malla de 9,5 mm (3/8 pulg) ó la N°4, para materiales con tamaño máximo de 9,5 mm (3/8 pulg). Tomar una muestra lo suficientemente grande para que resulte entre 200 a 500 partículas de agregado retenidas en las mallas indicadas anteriormente. No sobrecargue los tamices. Si es necesario tamizar la muestra en dos ó tres partes. Reducir el zarandeo al mínimo para prevenir el recubrimiento de partículas no cubiertas originalmente. Coloque las partículas en una superficie limpia y empiece a contar de inmediato. Examine muy cuidadosamente cada partícula bajo la luz directa del sol, luz fluorescente ó similar. Si aún se notara una pequeña área no recubierta, clasifíquela como "parcialmente cubierta", si está completamente cubierta, clasifíquela como "completamente cubierta".

#### INFORME

Reportar el porcentaje estimado de partículas cubiertas como sigue:

$$\text{Porcentaje de partículas recubiertas} = \frac{\text{Número de partículas completamente recubiertas}}{\text{Número total de partículas}}$$

#### P. ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (FRIABLES) EN AGREGADOS

##### OBJETO

Establecer el procedimiento para determinar de manera aproximada el contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregados que se emplearán en la elaboración de hormigones (concretos) y morteros.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Esta norma se aplica para determinar la aceptabilidad de agregados finos en relación con los requisitos de la NTP 400.015, en lo que respecta al contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

NTP 400.015: Método de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

##### EQUIPOS

Balanzas: Una balanza o báscula con una exactitud dentro del 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en algún punto del rango de uso. Las balanzas se ajustarán a la exactitud de las secciones aplicables de la NTP 334.079: Recipientes: Recipientes inoxidables de un tamaño y forma que permitan el esparcido de la muestra sobre su fondo en una capa fina.

Tamices: Deben de cumplir con los requisitos de la NTP 350.001.

Estufa: Una estufa provista de circulación libre de aire y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

##### MUESTRA

La muestra de agregado para este ensayo estará constituida por el material retenido en el tamiz normalizado de 75  $\mu\text{m}$  (N° 200), después de realizar el ensayo de acuerdo con la NTP 400.018.

Para proveer las cantidades designadas en los apartados 6.2.3 y 6.2.4, puede ser necesario combinar material de más de un ensayo de acuerdo con la NTP 400.018.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2901

Daniel Cabello Caza  
ING. CIVIL  
CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 4022  
Residente de Clima

50



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



49

## PROCEDIMIENTO

### PREPARACIÓN DEL ENSAYO

Las muestras obtenidas, de acuerdo al apartado 5.1, serán secadas hasta obtener peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Las muestras de ensayo de agregado fino estarán comprendidas de las partículas retenidas en el tamiz normalizado de 1,18 mm (Nº 16) y tendrán una masa no menor de 25 g. Las muestras de ensayo de agregado grueso deberán ser separadas en los tamices normalizados de 4,75 mm (Nº 4), 9,50 mm (½ pulg), 19,0 mm (¾ pulg), 37,5 mm (1½ pulg). El peso de la muestra no será menor a lo indicado en la Tabla 1:

TABLA 1  
Peso mínimo de la muestra

Tamaño de las partículas de las muestras	Peso mínimo de la muestra (g)
4,75 mm a 9,5 mm (No. 4 a ½ pulg)	1000
9,5 mm a 19,0 mm (½ pulg a ¾ pulg)	2000
19,0 mm a 37,5 mm (¾ pulg a 1½ pulg)	3000
Mayor que 37,5 mm (1½ pulg)	5000

En el caso que el agregado fino y grueso se encuentren mezclados, deben separarse en 2 tamaños, utilizando el tamiz Nº4. Luego se procederá de acuerdo con los apartados 6.1.2 y 6.1.3.

### PROCEDIMIENTO OPERATORIO

Se pesa la muestra de ensayo con la exactitud especificada en el apartado 5.1 y se esparce en una capa fina sobre el fondo del recipiente, cubrir con agua destilada, y poner en remojo durante un periodo de  $24 \pm 4$  h. El desmenuzamiento de los terrones de arcilla y las partículas desmenuzables será efectuado por compresión y deslizamiento entre los dedos pulgar e índice. La rotura de los mismos no debe efectuarse ayudándose con las uñas ni presionando contra superficies duras, ni entre ellos. Las partículas que puedan ser desmenuzadas con los dedos en finos removibles por tamizado húmedo serán clasificadas como terrones de arcilla o partículas desmenuzables. Después que todos los terrones de arcilla y las partículas desmenuzables perceptibles han sido disgregados, separar los detritos de la muestra restante por tamizado húmedo, sobre el tamiz prescrito en la Tabla 2:

TABLA 2  
Tamices a utilizar para la separación de las partículas

Tamaño de las partículas de las muestras	Tamiz a utilizar para la separación de los terrones de arcilla y partículas desmenuzables
Agregado fino retenido sobre el tamiz de 1,18 mm (No 16)	850 um (Nº 20)
4,75 mm a 9,5 mm (Nº 4 a 3/8 pulg)	2,36 mm (Nº 8)
9,5 mm a 19,0 mm (½ pulg a ¾ pulg)	4,75 mm (Nº 4)
19,0 mm a 37,5 mm (¾ pulg a 1½ pulg)	4,75 mm (Nº 4)
Mayor que 37,5 mm (1½ pulg)	4,75 mm (Nº 4)

Realizar el tamizado húmedo haciendo pasar agua sobre la muestra a través del tamiz mientras se agita manualmente el tamiz, hasta que todo el material de menor tamaño haya sido removido.

Remover cuidadosamente las partículas retenidas en el tamiz, secarlas hasta peso constante a la temperatura de  $110 \pm 5$  °C, enfriar, y pesar con una aproximación del 0,1 % de la masa de la muestra de ensayo tal como se definió en los apartados 6.1.2 ó 6.1.3.

### CALCULOS

El porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla del agregado fino ó de los tamaños de agregado grueso indicados en la Tabla 2, deberá calcularse con la siguiente fórmula:

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 200



Dante Caballero Cúla  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velasquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Residente de Lima

49





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



48

$$P = [(M - R) / M] \times 100$$

Donde:

- P = Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla
- M = Masa de la muestra de ensayo (para el agregado fino la masa de las partículas retenidas en el tamiz normalizado de 1,18mm (Nº 16) tal como se describe en el apartado 6.1.2).
- R = Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado determinada de acuerdo con el apartado 6.2.6.

El porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla para el agregado grueso es el promedio ponderado de los porcentajes de partículas desmenuzables y terrones de arcilla obtenidos entre los distintos tamaños en que se dividió la muestra.

Si el agregado contiene menos de 5 % de cualquiera de los tamaños especificados en la Tabla 2, este tamaño no será ensayado. Para calcular el promedio ponderado, se considera que dicho tamaño contiene igual porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla que el tamaño superior o inferior más próximo.

#### INFORME

En el informe final se hará constar:

Referencia a esta norma.

Reportar con una aproximación del 0,1%.

Fecha de realización del ensayo.

#### Q. ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

##### OBJETO

Determinar mediante el cálculo de vacíos de aire y la angularidad de los agregados finos, la cual se correlaciona con la resistencia al ahueamiento.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Se define como angularidad del agregado fino el porcentaje de vacíos con aire presente en las partículas menores de 2,36 mm (pasante malla Nº 8), levemente compactados. Este modo operativo no intenta indicar todo lo concerniente acerca de la seguridad que se debe tener al momento de realizar la prueba. Es responsabilidad del usuario de este modo operativo establecer la seguridad apropiada y prácticas de salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

National aggregates association

##### EQUIPOS

Tamices; 2,36mm (No 8) y 75mm (Nº 200)

Cilindro metálico de volumen conocido

Embudo metálico

Marco metálico

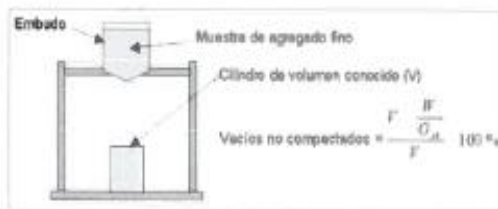


Figura 1. Aparato para medir la angularidad del agregado fino

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Dante Caballero Cúba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

48





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



47

#### MUESTRA

La muestra será la misma de los agregados utilizados en la elaboración de la mezcla asfáltica.

#### PROCEDIMIENTO

Se separa material que pase el tamiz 2,36 mm (N° 8) y sea retenido en el tamiz 75mm (N° 200). Se determinará la gravedad específica bruta del agregado seleccionado (Gsb). Se vierte la arena por el embudo hasta que rebosa el cilindro de volumen conocido. Se enrasa y se pesa el material retenido en el cilindro.

#### CALCULOS

Determinando el peso del agregado fino (w) que llena el cilindro de volumen conocido (v), el contenido de vacíos puede calcularse como la diferencia entre el volumen del cilindro y el volumen del agregado fino en el cilindro así:

$$V_v = \frac{W}{G_{sb}} \times 100$$

La Tabla 1 muestra los valores mínimos requeridos para la angularidad (A<sup>6</sup>) del agregado fino en función del nivel del tránsito y la posición del pavimento.

Tabla 1

Tránsito en 10 <sup>6</sup> ESALS	Prof. desde superf. <100 mm	Prof. desde superf. >100 mm
< 0.3	40	40
< 1	40	40
< 3	40	40
< 10	45	40
< 30	45	40
< 100	45	45
≥ 100	45	45

#### R. EXTRACCION CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS

##### OBJETO

Determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos. El agregado obtenido por estos métodos puede utilizarse para análisis por tamizado empleando los métodos de prueba C117 y C 136.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Los valores declarados en pulgadas-líbras serán considerados como estándar. Los valores dados en paréntesis son solo para información. Esta norma no pretende dirigir todo lo que a seguridad se refiere para cualquiera asociado con su empleo. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas de seguridad y salubridad adecuadas y determinar la aplicación de limitaciones antes de su uso. Todos estos métodos pueden ser utilizados para la determinación cuantitativa de bitumen en pavimentos de mezcla en caliente y muestras de pavimentos para la aceptación de la especificación, evaluación de servicio, control e investigación. Cada método prescribe el solvente o solventes y algunos otros reactivos que puedan utilizarse en este método. El método D 1856 requiere que el método A se emplee cuando el asfalto es recuperado de una solución.

**Nota 1.** Los resultados obtenidos por estos métodos de pruebas pueden ser afectados por la edad del material ensayado, muestras más viejas tienden a rendir ligeramente un bajo contenido de bitumen. Mejores resultados cuantitativos son obtenidos cuando el ensayo se efectúa a la brevedad (lo más cercano) después de su preparación. Es difícil retirar el asfalto cuando algunos agregados son utilizados y algunos cloruros pueden permanecer dentro de la materia mineral afectando la medida del contenido del asfalto.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382 260 Anexo: 2901

Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77350

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente (a Otrora)

47



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



46

ASTM D 2172: "Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures".

#### EQUIPOS

Horno capaz de mantener la temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .  
Cacerola: El fondo de 305 mm de longitud, 203mm de ancho y 25 mm de profundidad.  
Balanza o balanzas teniendo una exactitud de al menos 0,01% de la masa de la muestra.  
Plato calentador eléctrico de 700 W continuo ó con ajustes a baja, media y alta potencia.  
Probeta de boca angosta graduado de 1000 ó 2000 mL de capacidad.  
Plato de ignición de 125 mL de capacidad.  
Desecador.  
Balanza analítica.

#### INSUMOS

Pureza de los Reactivos: Los reactivos de grado químico serán utilizados en todos los ensayos a menos que se indiquen de otro modo, esto es con la intención de que todos los reactivos cumplan las especificaciones del comité de reactivos analíticos. De la sociedad Química Americana, donde tales especificaciones están disponibles. Otros grados pueden ser utilizados con tal que primero se pruebe que el reactivo es lo suficientemente alto de pureza para permitir su uso, sin perder la exactitud en la determinación. Solución de carbonato de amonio. Solución saturada de grado reactivo de carbonato de amonio ( $\text{NH}_4\text{CO}_3$ ). Cloruro de Metileno: Grado técnico precaución ver numeral 4.3. Normal Propil bromuro: (NPB), conforme a la especificación D 6368. Precaución ver sección 4.3 Tridoroetileno: Grado técnico tipo 1, especificación federal O-T-634 última revisión.

#### RIESGOS

Precaución – Los solventes listados en la sección 4.2 serán utilizados solo bajo una campana, o con sistema de desfogeo efectivo de la superficie en un área bien ventilada, debido a que son tóxicos a varios grados. Consulte el umbral límite de concentración, Comité de la Conferencia Americana Gubernamental de Industrias Higienistas para el actual valor del umbral límite

#### MUESTRA

Obtener las muestras de acuerdo con la practica D 979.  
Preparación de especímenes para ensayo.  
Si la mezcla no es lo suficiente blanda para separarla con una espátula o paleta, coloque ello en una gran cacerola chata y caléntela a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  solo hasta que pueda ser manipulado o mezclado. Cortar o cuartear para obtener la masa requerida para la prueba. El tamaño de la muestra para la prueba será determinado por el tamaño máximo nominal de la mezcla y será conforme para los requerimientos de masa mostrados en la tabla 1 (nota 2).

Tabla 1: Tamaño de muestra

Tamaño nominal máximo del agregado		Masa mínima de la muestra
mm	pulg	kg
4,75	(Nº 4)	0,5
9,5	3/8"	1,0
12,5	1/2"	1,5
19,0	3/4"	2
25,0	1"	3
37,5	1 1/2"	4

**Nota 2.** Cuando la masa del espécimen del ensayo exceda la capacidad del equipo usado (para un método particular) el espécimen de prueba puede ser dividido en adecuados incrementos (incremento = parte de una muestra), ensayado y los resultados, apropiadamente combinados para el cálculo del contenido de asfalto. Se requiere un espécimen de muestra adicional para la determinación de humedad (sección 09) en la mezcla. Tomar este espécimen de prueba de una muestra remanente de la mezcla inmediatamente después de obtener el espécimen de ensayo para la extracción.

www.regionarequipa.gob.pe

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo

Telefonía: 054 132 259 2322

Walter Fuentes Velásquez

Ing. Civil

CIF 84222

Residente de Oficio



46



## GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



**Nota 3.** Si la recuperación de bitumen de la solución obtenida de la prueba de extracción no es requerida, el espécimen completo de prueba puede secarse a una masa constante en un horno a una temperatura  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  antes de la extracción en lugar de determinar el contenido de humedad.

## Contenido de Humedad

Determine el contenido de humedad de la mezcla (ver sección 5.2.2) usando y de acuerdo con el procedimiento descrito en el método de prueba de D 1461. Calcule la masa de agua W2 (7.1) en la porción para el ensayo de la extracción multiplicando el porcentaje en peso de agua (5.6) por la masa de la porción del ensayo de extracción, W1, (7.1).

## PROCEDIMIENTO

## METODO A

En la adición a los aparatos en la sección N°4, se requiere los siguientes para método de prueba A: Equipo extractor: consistiendo de un tazón (tipo bowl) aproximadamente como se muestra en la figura 1 y un equipo en que el tazón (bowl) pueda ser girado y controlado a velocidades variables hasta 3600 r/min. La velocidad pueda ser controlada manualmente o con un mando de velocidad preseleccionado. El equipo debería estar provisto de un contenedor (tazón) que pueda retener el solvente, arrojado del tazón (bowl) y un drenaje para remover el solvente. El equipo preferentemente será provisto con accesorios a prueba de explosión e instalado en una campana o un sistema extractor de la superficie efectiva para proveer ventilación. Cápsula con el filler seco se introduce en el desecador hasta que se vaya a realizar el ensayo.

**Nota 4.** Puede usarse un aparato similar o de mayor tamaño. Anillos de filtro: de fieltro o papel para que encaje en el borde del tazón (bowl). Anillos filtrantes de papel de ceniza baja puede utilizarse en lugar de los anillos filtrantes de fieltro (10.1.2). Tales anillos de filtro consistirán de papel filtro de baja acción de ceniza de  $0,05 \pm 0,005$  pulgadas de espesor. El peso nominal de papel deberá ser de  $330 \pm 30$  libras para una resma (500 hojas de 25 por 28 pulgadas). El contenido de ceniza del papel no excederá 0,2% (aproximadamente 0,034 g por anillo). Determine el contenido de humedad del material

## PROCEDIMIENTO DEL METODO A (con extractor centrífuga)

Coloque una porción de ensayo 650 a 2500 g dentro del tazón (bowl). Ver anexo A 1 para procedimientos alternativos a aquellos prescritos aquí. Cubrir la porción de ensayo en el tazón de centrífuga (bowl) con tricloro etileno, bromuro propileno normal o cloruro de metileno y permitir un tiempo suficiente para que el solvente desintegre la porción de ensayo (no más de 1 hora). Coloque el tazón (bowl) conteniendo la porción de ensayo y el solvente en el equipo de extracción. Secar y determine la masa de un anillo de filtro y encajarlo al borde del tazón, sujete la tapa herméticamente sobre el tazón de centrífuga y coloque el vaso abajo del dren para recolectar la extracción. Inicie la revolución de la centrífuga lentamente y gradualmente incremente la velocidad a un máximo de 3600 r/min o hasta que el solvente deje de fluir por el dren. Permitir que la máquina se detenga, adicionar 200 mL de tricloro etileno, bromuro propileno normal o cloruro de metileno y repetir el procedimiento. Utilice suficientes adiciones de 200 mL de solvente (no menos de tres) de manera que el extracto no sea más oscuro que el color ligeramente pardo. Recolectar el extracto y las lavadas en una adecuada probeta (recipiente).

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 77190  
Residente de Obra





Figura 1. Recipiente extractor (método de ensayo A)

Remover el anillo filtro del tazón de centrifuga (bowl) y secar en aire. Si son utilizados anillos filtrantes fieltros, capille la materia mineral adherida a la superficie del anillo y adiciónela al agregado extraído. Secar el anillo a un peso constante en un horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . Cuidadosamente remueva todo el contenido del tazón de centrifuga dentro de una cacerola de metal y seque en un baño a vapor y luego, seque a peso constante en un horno o un plato calentador de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . Si el trichloroetileno, bromuro propileno normal es utilizado como solvente. El secado preliminar a baño de vapor puede ser omitido. El peso del agregado extraído W3 es igual a la masa de los agregados en la cacerola más el incremento de peso de los anillos filtrantes. Utilice los siguientes procedimientos alternativos cuando son usados anillos de bajo ceniza. Coloque el agregado y anillo de filtro en la cacerola de metal limpia. Seque como se especifica anteriormente. Cuidadosamente doble el filtro de anillo secado y déjelo encima del agregado. Queme el anillo de filtro por ignición con un mechero bunsen o fósforo. Determine el peso del agregado extraído en la cacerola (W3).

**Nota 5.** Como el agregado seco absorbe humedad del aire húmedo. Determine el peso del agregado extraído inmediatamente después de enfriamiento a una temperatura adecuada. Determine la cantidad de materia mineral en la extracción por algunos de los métodos siguientes:

#### METODO DE CENIZA

Registre el volumen de lo extraído total en una probeta graduado determine la masa de un plato quemador. Agite el extracto completamente e inmediatamente, aproximadamente 100 mL dentro del plato de ignición. Evapore hasta secar sobre un baño a vapor o un plato calentador, con excepción podrá utilizar un baño de vapor cuando el solvente es benceno. Residuo de ceniza en un calor de rojo apagado ( $500$  a  $600^\circ\text{C}$ ), enfriar y adicionar 5 mL de solución carbonato de amonio saturado, por gramo de ceniza. Déjese a Temperatura de ambiente por 1 hora. Seque en un horno a  $100^\circ\text{C}$  a peso constante, enfríe en un desecador y determine el peso. Calcular el peso de materia mineral en el volumen total extraído, W4 como sigue:

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

*Dante Caballero Cueva*  
ING. CIVIL  
CIP 77150

*Walter Fuentes Velasquez*  
Ing. Civil  
CIP 64222





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



$$W_i = G \cdot \left( \frac{I_1}{I_1 - I_2} \right)$$

Donde:

- $G$  = Cantidad de ceniza, en g.  
 $V_1$  = Volumen total, mL  
 $V_2$  = Volumen después de remover la alícuota de ceniza, mL

#### METODO CENTRIFUGADO

Para este método utilice centrífuga de alta velocidad (3000g o mas) de tipo flujo continuo. Determine el peso de una taza limpia y vacía con aproximación a  $0,01 \pm 0,005$  g y colóquese en la centrífuga. Emplee un recipiente en el desagüe para recoger el efluente de la operación de la centrífuga. Transfiera todo el extracto (del método A o B, que sea apropiado) a un recipiente debidamente equipado con un control de alimentación (válvula o abrazadera, etc.). Para garantizar la transferencia cuantitativa del extracto al recipiente alimentador, deberá lavarse el recipiente que contiene el extracto, varias veces, con pequeñas cantidades de solvente limpio y agregarse las lavaduras al recipiente alimentador. Inicie la centrífuga y déjese que alcance una velocidad constante (Por ejemplo 9 000 revoluciones por minuto para las del tipo SMM y más de 20 000 revoluciones por minuto para las del tipo Sharples). Abra la línea de alimentación y alimente el extracto dentro de la centrífuga a una tasa de 100 a 150 mL/min. Después de que haya pasado todo el extracto a través de la centrífuga, lávese el mecanismo de alimentación (con la centrífuga todavía funcionando) con varias adiciones de solvente limpio, permitiendo que cada incremento corra a través de la centrífuga hasta que el efluente sea esencialmente incoloro. Déjese que la centrífuga se detenga y remuévase la taza. Limpie el exterior con solvente nuevo. Déjese evaporar el solvente residual en un embudo o en una caperuza para vapor y luego séquese el recipiente en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C. Enfríese el recipiente y vuélvase a determinar inmediatamente el peso. El incremento representa el peso de materia mineral (W4) en el extracto.

#### METODO VOLUMÉTRICO

Colóquese el extracto en un frasco previamente tarado y calibrado, coloque el frasco en un baño de temperatura controlada a  $\pm 0,1$  °C y dejar que llegue a la temperatura en el cual el frasco fue calibrado. Cuando la temperatura deseada se ha alcanzado, llene el frasco con solvente en el cual ha sido mantenido a la misma temperatura. Lévese el nivel del líquido en el frasco hasta el cuello; insértese el tapón, verificando que el líquido rebose el capilar, y remuévase el frasco del baño. Limpie el frasco seco, determine el peso con aproximación a 0,1 g y registre este peso como el peso del frasco más el extracto Véase en el Anexo A.2 un procedimiento alterno de método volumétrico, si no se utiliza un baño de temperatura controlada como esta prescrito aquí.

Calcúlese el volumen del asfalto y de los finos en el extracto en la siguiente forma:

$$I_2 = I_1 - \frac{M_1 - M_2}{G_2}$$

Donde:

- $V_1$  = Volumen de asfalto y de los finos en el extracto.  
 $V_2$  = Volumen del frasco.  
 $M_1$  = Masa de los contenidos del frasco.  
 $M_2$  = Masa del asfalto y finos en el extracto o masa de la muestra total menos la masa del agregado extraído.  
 $G_2$  = Peso específico del solvente determinado con aproximación a 0,001

Calcúlese el peso de los finos en el extracto en la siguiente forma:

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)3828111 Anexo 200



Ing. Civil  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



42

$$M_1 = K \cdot (M_2 - G_1 \cdot V_1)$$

Donde:

- $M_1$  = Masa de los finos en el extracto.
- $M_2$  = Masa del asfalto y de los finos en el extracto.
- $V_1$  = Volumen del asfalto y de los finos en el extracto.
- $G_1$  = Peso específico de los finos.
- $G_2$  = Peso específico de asfaltos.

$$K = \frac{G_2}{G_2 - G_1}$$

**METODO B**

Adicionalmente a los aparatos listados en el numeral 4, para el método B se necesitan lo siguiente:

Aparato de extracción. Similar al que se muestra en la Figura 2. Jarra de vidrio. Cilíndrica, ordinaria, hecha de vidrio resistente al calor. La jarra deberá estar libre de grietas, rayas u otra evidencia de imperfecciones, que puedan causar su rompimiento durante el calentamiento.

Marcos cilíndricos de metal, uno o dos. El marco inferior deberá tener patas de suficiente longitud para soportarlo, incluyendo el ápice del cono metálico y el alineador del cono de papel por encima del nivel del solvente. Cuando se emplean dos marcos, el superior deberá tener patas de suficiente longitud para sostener el cono de metal y el alineador del cono de papel, en o por encima del rebosadero superior del marco inferior. Las patas del marco superior deberán ajustar firmemente en el borde superior del marco inferior. Deberá proveerse un asidero semicircular sobre la parte interior del rebosadero superior de cada marco, para el conveniente manipuleo. El metal empleado en la fabricación de los marcos deberá ser esencialmente no reactivo a los solventes empleados en el ensayo. Condensador. Fabricado con una superficie condensadora hemisférica truncada y una parte superior cónica truncada. Otras formas geométricas adecuadas pueden utilizarse igualmente, con tal de que cumplan las funciones propuestas para la condensación y flujo. El material empleado para fabricar el condensador deberá ser esencialmente no reactivo al agua y al solvente utilizado, y deberá proporcionarse con la adecuada admisión y desagüe para el agua. Filtro de papel de grado mediano, de filtrado rápido. El diámetro del papel deberá ser tal que cuando se doble de acuerdo con las direcciones dadas abajo, deberá alinear completamente los conos de metal en las marcas. Almohadilla protectora. De distribución térmica, aproximadamente de 3 milímetros de espesor para emplear como aislamiento entre el vaso de vidrio y las pacas calientes. Plancha eléctrica de calentamiento. Controlada termostáticamente, de dimensiones suficientes y capacidad de calor que permita el reflujo del solvente como se describe más adelante.



Figura 2. Equipo extractor (método de ensayo B)

**PREPARACION DE LA PORCION DE ENSAYO**

Prepárese una porción de ensayo para la determinación de humedad y extracción de acuerdo con el procedimiento descrito en el numeral.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382861

Gerente General  
ING. CIVIL  
DIP. 77150

Walter Fuentes Velasquez  
Ing. Civil  
CIF. 64222  
Residente de Obra

42



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



**PROCEDIMIENTO DEL METODO B**

**Humedad.** Determinese la humedad de la mezcla, de acuerdo con el método descrito en el numeral 5.3.  
**Extracción.** Séquese y determinese el peso de una hoja de papel de filtro para cada marco se vaya a emplear. Dóblese cada papel por su diámetro, sobre los extremos y extiéndase abierto para que forme un tamaño apropiado que encaje dentro de los conos metálicos. Determinese el peso de cada marco con su filtro alineador de papel con aproximación de 0,5 g. Regístrese el peso e identifíquese cada marco mediante un número. Colóquese la porción de ensayo en el marco o marcos. Si se van a usar dos marcos, distribúyase la porción de ensayo aproximadamente por igual entre los dos. La parte superior de la porción de ensayo debe estar por debajo del borde superior del alineador de papel. Determinese el peso de cada marco cargado, separadamente y con aproximación de 0,5 g. Anótese de nuevo el peso. Empleese uno de los solventes (véase Nota 6) especificados. Viértase el solvente dentro del cilindro de vidrio y colóquese el fondo del marco dentro de éste. El nivel del solvente debe estar por debajo del ápice del cono en el marco inferior. Si se emplean dos marcos, colóquese el superior sobre el inferior, ajustando sus patas dentro de los huecos en el borde superior del marco inferior.

**Nota 6.** Puede verse suficiente alcohol etílico desnaturalizado sobre la porción o porciones de ensayo para humedecer el filtro de papel. Colóquese la almohadilla térmica aislante si fuere necesario sobre la placa de calentamiento y luego el cilindro sobre la almohadilla. Cúbrase el condensador. Hágase circular una corriente suave y uniforme de agua fría a través del condensador. Ajustese la temperatura de la placa de calentamiento de tal manera que el solvente condensado fluya dentro del cono. Si fuere necesario, ajústese la temperatura de la placa de calentamiento para mantener la corriente del solvente a la rata necesaria para mantener las porciones de ensayo en el cono o en los conos completamente cubiertos con el solvente condensado. Téngase cuidado de no permitir que el solvente condensado rebose el filtro del cono o de los conos. Continúese el reflujo hasta que el flujo de solvente del cono inferior sea de color ligeramente pajizo (cuando se vea contra un fondo blanco). En este punto, desconéctese la placa de calentamiento y déjese enfriar el aparato lo suficiente para poderlo coger con la mano, quítase el condensador y remuévase del cilindro.

Remuévase el conjunto del marco del cilindro. Déjese secar en el aire (cubierto) y séquese hasta peso constante en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  (véase Nota 6). Determinese la materia mineral en la solución de extracción mediante uno de los procedimientos dados los métodos de recuperación.

**CALCULOS**

**Cálculos del método A**

Calcule el porcentaje de bitumen en la porción de ensayo como sigue:

$$\text{Contenido de bitumen } \% = \left[ \frac{(W_1 - W_2) - (W_3 + W_4)}{W_1 - W_2} \right] \times 100$$

Donde:

- $W_1$  = Peso de la porción de ensayo.
- $W_2$  = Peso de agua en la porción de ensayo.
- $W_3$  = Peso del agregado mineral extraído.
- $W_4$  = Peso de materia mineral en lo extraído.

**Nota 7.** Cuando no se utilice anillos de ceniza, adicionar el incremento en el peso del anillo de fieltro a  $W_4$ .

**Cálculos del método B.**

Calcule el porcentaje de bitumen como en el numeral 7.1.2.

**INFORME**

Informar como resultado de ensayo el coeficiente de uniformidad obtenido del valor medio de dos o más series de ensayos, determinada con aproximación a la décima.

**S. RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL**

**OBJETO**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucaripota - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo 2901



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Responsable de Obra





## GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



40

Determinar a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa para pavimentación, de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro, el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento, por medio del método manual Marshall.

### FINALIDAD Y ALCANCE

Este modo operativo está destinado para su empleo con mezclas densas bituminosas de laboratorio y aquellas producidas en planta, con agregados hasta de 25 mm de tamaño máximo y para recompactación de muestras de pavimentos asfálticos. Los especímenes de mezclas bituminosas compactadas, moldeadas por este procedimiento son empleados para varios ensayos físicos tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta y módulos. El análisis de densidad y vacíos también es conducido sobre especímenes para diseño de mezcla y evaluación de la compactación en campo.

**Nota 1.** Las mezclas no compactadas son empleadas para la determinación del peso específico teórico máximo.

Los valores de estabilidad Marshall y flujo junto con la densidad, vacíos de aire de la mezcla total, vacíos en el agregado mineral o simplemente vacíos o ambos, llenados con asfalto; son empleados para el diseño de mezclas en laboratorio, así como para la evaluación de mezclas asfálticas. Así también la estabilidad y flujo Marshall pueden ser empleados para monitorear los procesos de producción de mezclas bituminosas en planta. También pueden ser empleados como referencia para evaluar diferentes mezclas y los efectos de acondicionamientos tales como con agua.

La estabilidad y flujo Marshall son características de las mezclas bituminosas determinadas a partir de especímenes compactados de una geometría específica y en una manera prescrita. La estabilidad Marshall es la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga. La magnitud de la estabilidad Marshall varía con el tipo y gradación del agregado y grado del bitumen empleado, así como su cantidad. Varias agencias establecen criterios para los valores de la estabilidad Marshall. El flujo Marshall es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad. No existe un valor ideal, pero hay límites aceptables. Si el flujo en el contenido óptimo de asfalto sobrepasa el límite superior, la mezcla se considera demasiado plástica o inestable, y si está bajo el límite inferior esta se considera demasiado rígida. Para propósitos de diseño de mezcla los resultados de los ensayos de estabilidad y flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 03 especímenes por cada incremento de contenido de ligante, donde el contenido de ligante varía en incrementos de 0,5% sobre un rango de contenido de ligante. El rango de contenido de ligante generalmente es seleccionado en base a la experiencia y datos históricos de los materiales componentes, pero puede incluir también juicio y error para incluir el rango deseable de las propiedades de la mezcla. Las mezclas densas generalmente mostrarán un pico en la estabilidad a un determinado contenido de ligante. Este pico en el contenido de ligante puede ser promediado con otros contenidos de ligante tal como el contenido de ligante en el contenido de la máxima densidad de la curva ligante-densidad y el contenido de ligante en los vacíos de aire deseados y vacíos llenados.

La estabilidad y flujo Marshall efectuados en laboratorio de campo, obtenida de especímenes hechos de mezclas producidas en planta pueden variar significativamente de los valores de diseños obtenidos en el laboratorio debido a las diferencias del mezclado que hay entre una planta y la efectuada en laboratorio. Esto también incluye la eficiencia en el mezclado y el envejecimiento producido. Las diferencias significativas en la estabilidad y flujo Marshall de un grupo de ensayos a otro o de un valor promedio de un grupo numerosos de datos o especímenes preparados de una mezcla producida en planta puede indicar pobre mezclado, técnicas incorrectas de ensayo, cambio de gradación, cambio del contenido de ligante, o mal funcionamiento del proceso de planta. La fuente de la variación deberá ser averiguada y el problema resuelto. Los especímenes a menudo serán preparados empleando el método indicado aquí, pero pueden ser preparados empleando otros tipos de procedimientos de compactación. Otros tipos de compactación pueden hacer variar las características de resistencia en comparación con los preparados por el método Marshall. Los valores de estabilidad y flujo Marshall pueden ser determinados también empleando núcleos provenientes de un pavimento para información y evaluación. Sin embargo, estos resultados no pueden ser comparados con resultados de especímenes preparados en laboratorio y no deberán ser empleados para propósitos de especificación o aceptación.

### REFERENCIAS NORMATIVAS

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)3828411 - 38284901

Dante Caballero Cúla  
ING. CIVIL  
OP. 77120

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
OP. 84222  
Residente de Obra

40





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



ASTM-D6926: "Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus".  
ATM D 6927: "Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures".

#### EQUIPOS PARA LA PREPARACIÓN DE LOS ESPECIMENES

Molde ensamblado para Especímenes, moldes cilíndricos, placas de base y collarines de extensión cumplirán con los detalles mostrados en la Figura 1. Extractor de Especímenes, Tendrá un disco de acero que encajará en el molde sin doblarse y no será menor de 100 mm de diámetro y 12,5 mm de espesor. El disco de acero es empleado para extraer los especímenes compactados de los moldes con el uso del collar del molde. Cualquier dispositivo adecuado de extracción tal como una gata hidráulica puede ser empleado, de tal manera que el espécimen no se deforme durante el proceso de extracción.

#### Martillos de Compactación:

Martillos de Compactación con manubrio sostenido manualmente (tipo 1) ó manubrio fijo (Tipo 2), ya sea operado mecánicamente ó a mano como se muestra en la Figura 2, tendrá un pia de compactación plano con un tornillo y una masa deslizante de  $4,54 \pm 0,01$  kg con caída libre de  $457,2 \pm 1,5$  mm (ver la Figura 2 para tolerancias en los martillos). Un martillo mecánico se muestra en la Figura 2.

**Nota 2.** Los martillos manuales de compactación deberán ser equipados con una protección de seguridad para los dedos.

Martillo de Compactación con Manubrio Fijo, con sobrecarga en la parte superior del manubrio, base de rotación constante y operado mecánicamente (Tipo 3), deberá tener la cara circular de apisonado y un peso deslizante de  $4,54 \pm 0,01$  kg con una caída libre de  $457,2 \pm 1,5$  mm. Posee un mecanismo de rotación en la base. La velocidad de rotación de la base y la razón de golpes será de 18 a 30 rpm y  $64 \pm 4$  golpes por minuto respectivamente.

**Nota 3.** El aparato para martillo Marshall tipo 3 está disponible en versiones con más de un martillo. La operación múltiple de varios martillos afectará la densidad de un espécimen. Mejores resultados comparativos se obtendrán compactando todos los especímenes con el mismo martillo y sin la operación de ningún otro.

Pedestal de Compactación, Consistirá de un poste de madera de 203,2 por 203,2 mm, aproximadamente de 457 mm de largo cubierto con una placa de acero aproximadamente de 304,8 mm por 304,8 mm y 25,4 mm de grosor. Este podrá ser de roble, pino amarillo u otra madera que tenga un promedio de densidad de 670 a 770 kg/m<sup>3</sup>. El poste de madera estará asegurado por pernos a través de 4 ángulos a un bloque de concreto. La placa de acero deberá estar firmemente fijada al poste. El pedestal ensamblado será instalado de tal manera que el poste esté a plomo y la placa nivelada.

Sostén de Molde para Especímen, En compactadores de martillo simple, el sostén estará montado sobre el pedestal de compactación de tal manera que el molde de compactación quede centrado con el pedestal de compactación. Los sostenedores de moldes de compactadores multimartillos necesariamente no estarán centrados. Los sostenedores mantendrán el molde de compactación, el collar y la placa de base asegurados y en posición durante la compactación del espécimen.

Hornos, cacerolas para calentado ó placas calentadoras, Los hornos serán de aire circulante ó termostáticamente controlados, las cacerolas de calentamiento y las placas calentadoras serán proveídos para calentar los agregados, el material bituminoso, los moldes de especímenes, martillos de compactación y otros equipos a 3°C de las temperaturas requeridas para el mezclado y la compactación. Protecciones adecuadas ó baños de arena se emplearán sobre la superficie de las placas calentadoras para minimizar el sobrecalentamiento local.

#### Equipo Misceláneo

Aparatos de Mezclado, Se recomienda el mezclado mecánico. Cualquier tipo de mezclador mecánico puede ser empleado siempre y cuando la mezcla se mantenga a la temperatura de mezclado requerida y se produzca una mezcla homogénea y bien cubierta en la cantidad requerida y en un tiempo pertinente, así también que permita que toda la mezcla sea recuperada. Una bandeja de metal ó bato de suficiente capacidad para el mezclado a mano puede ser empleado.

Contenedores para Calentamiento de Agregados, Bandejas de metal de fondo plano, u otros adecuados.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 32861490 - 2901



Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 44222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Contenedores cubiertos para calentar material bituminoso, ya sean latas tipo gill, vasos, potes de vaciado u otras bandejas podrán ser empleadas. Herramientas de mezclado, consistirán de cucharones de acero (cucharón de punta Mason con la punta redondeada), cucharas o espátulas para batido y mezclado a mano. Termómetros calibrados, Para determinar temperaturas de agregados, bitumen y mezclas bituminosas. Termómetros del tipo de vidrio o de dial con armazones de metal se recomiendan. Se requieren en un rango de 10 a 200 °C con sensibilidad de 3°C.

Balanza, con aproximación al menos de 0,1 g para las batchadas de mezcla.

Guantes, para maniobrar el equipo caliente.

Crayones de marcado, para identificar los especímenes.

Cucharón de base plana para bachear los agregados.

Cuchara larga para colocar la mezcla en el molde de especímenes.

**EQUIPOS PARA EL ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO**

Cabezal de Ruptura (ver Figura 3)

Máquina de Carga a Compresión (ver Figura 4).

Dispositivo de Medida de Carga (anillo dinamómetro de 22 240 N (5000 lbf).

Medidor de Flujo.

Baño de Agua (precisión de  $\pm 1^\circ\text{C}$ ).

Horno, capaz de mantener la temperatura especificado  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Baño de Aire, para el caso de mezclas con asfaltos líquidos deberá ser automáticamente controlado y mantendrá la temperatura del aire a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Termómetros, con precisión de 0,2 °C.

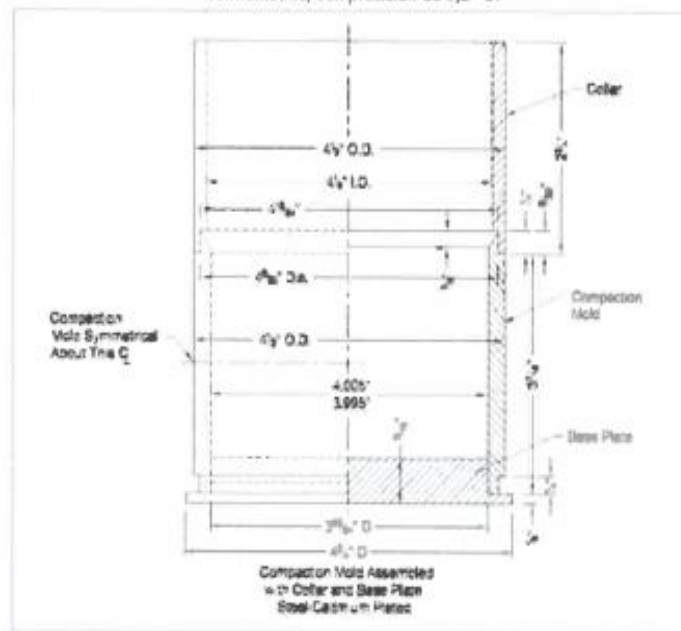


Figura 1. Molde de Compactación

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

*[Firma]*  
Ing. Civil  
CIP 77190

*[Firma]*  
Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

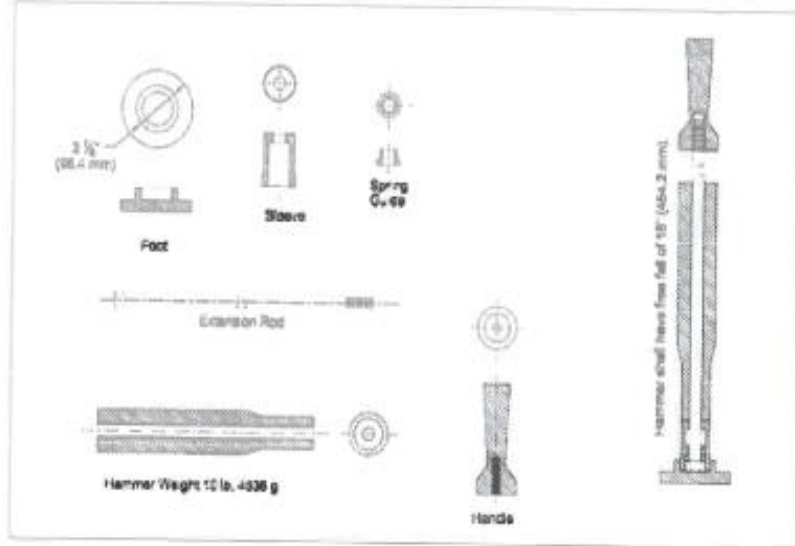
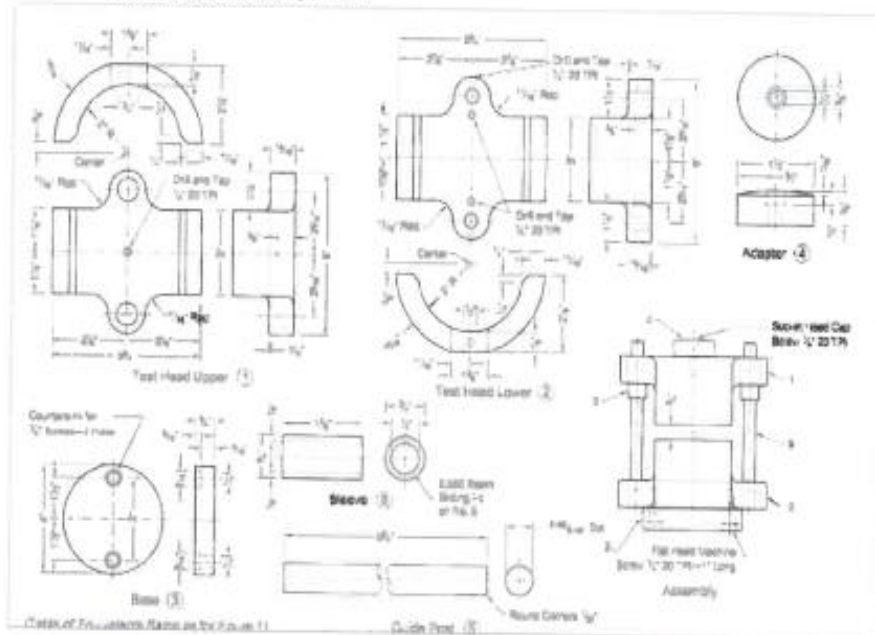


Figura 2. Martillo de Compactación



*Ing. Civil*  
ING. CIVIL  
CIP 77190

*Valter Puentes Velásquez*  
Ing. Civil  
CIP: 64222  
Residente de Obra

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



# GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Figura 3. Cabezal de Rotura

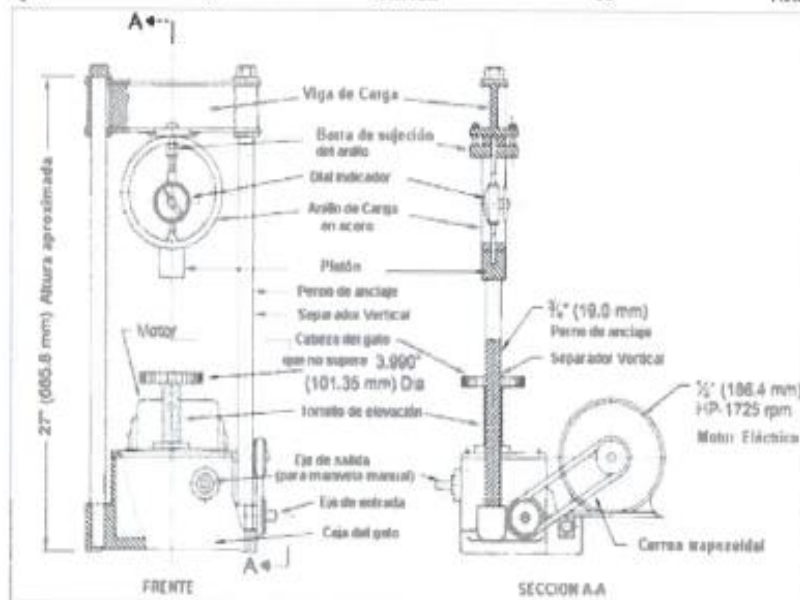


Figura 4. Máquina de Carga a Compresión

## MUESTRA

No existe información al respecto para este método.

## PROCEDIMIENTO

### Especímenes de Ensayo

Preparación de Agregados, Secar los agregados a peso constante. El secado en horno será hecho de 105 °C a 110 °C. Después del secado, separa los agregados por tamizado en seco en las fracciones deseadas. Las fracciones mínimas siguientes son las recomendadas:

- 25 a 19 mm (1 a 3/4 pulg)
- 19 a 12,5 mm (3/4 a 1/2 pulg)
- 12,5 a 9,5 mm (1/2 a 3/8 pulg)
- 9,5 a 4,75 mm (3/8 a N°4)
- 4,75 a 2,36 mm (N°4 a N°8)
- 2,36 mm (pasante la N°8)

Determinación de temperaturas de mezcla y compactación:

El cemento asfáltico empleado en preparar las muestras será calentado para producir viscosidades de  $0,17 \pm 0,02$  Pa.s y  $0,28 \pm 0,03$  Pa.s para mezclado y compactado respectivamente. Un ejemplo de una carta viscosidad temperatura se da en la Figura 2 de D 2493.

**Nota 4.** La selección de las temperaturas de compactación y mezclado a viscosidades de  $0,17 \pm 0,02$  Pa.s y  $0,28 \pm 0,03$  Pa.s, respectivamente no aplican a asfaltos modificados. El usuario contactará con el productor para establecer los rangos apropiados de temperaturas de compactación y mezclado.

Mezclas con Asfaltos Cut back, La temperatura a la cual un asfalto cut back será calentado para producir una viscosidad de  $0,17$  a  $0,02$  Pa.s será la temperatura de mezcla. La temperatura de compactación para mezcla de asfalto cut back se selecciona empleando una carta viscosidad versus porcentaje de solvente para asfaltos cut back. De la carta compuesta determine el porcentaje de solvente del asfalto cut back por peso a partir de su viscosidad a 60°C después que este haya perdido el 50% de su solvente (para asfaltos de curado medio y rápido) ó 20% de su solvente (para asfaltos de curado lento). La temperatura de compactación se determina de la carta viscosidad temperatura como aquella a la cual el asfalto cut back

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2901



Ing. Civil  
OP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Revisor de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



debe ser calentado para producir una viscosidad de  $0,28 \pm 0,03$  Pa.s después de la pérdida de la cantidad especificada de solvente original.

Mezclas de Pavimentación Recompactadas. Los materiales obtenidos de un pavimento existente serán calentados en recipientes cubiertos en horno a  $3^{\circ}\text{C}$  de la temperatura de compactación deseada. El calentamiento durará lo suficiente como para obtener la temperatura deseada. Si la temperatura de compactación para una mezcla específica no se conoce, la experiencia ha mostrado que estas mezclas serán compactadas a una temperatura entre  $120^{\circ}\text{C}$  a  $135^{\circ}\text{C}$ . Durante la preparación para el calentamiento a temperatura de compactación el material será calentado y trabajado hasta una condición de mezcla suelta. Cualquier agregado roto podrá ser removido. La estabilidad de mezclas recalentadas y recompactadas de pavimentos existentes es común que sea más alta que la original debido al endurecimiento del asfalto en servicio. El proceso de recalentamiento solo tendrá una menor influencia en el endurecimiento del asfalto.

**Preparación de la Mezcla**

Los especímenes podrán ser preparados de bachadas solas o de bachadas múltiples que contengan suficiente material para tres o cuatro especímenes. Pesar en contenedores separados la cantidad de cada fracción de agregado requerida para producir una bachada que resultará en una, dos, tres o cuatro especímenes compactados de  $63,5 \pm 2,5$  mm de altura (cerca de 1200, 2400, 3600 ó 4800 g respectivamente). Colocar los agregados de las bachadas en contenedores sobre una placa de calentamiento o en horno y calentar a temperatura por encima de, pero sin exceder la temperatura de mezcla establecida en 6.1.2 por más de  $28^{\circ}\text{C}$  para mezclas con cemento asfáltico y breas y  $14^{\circ}\text{C}$  para mezclas con asfaltos cut back. Cargar el contenedor de la mezcla con el agregado caliente y mezclar en seco con cuchara (por 5 s, aprox.) con cuchara o pala. Formar un cráter en el agregado mezclado seco y pese la cantidad requerida de material bituminoso a la temperatura de mezcla dentro de la mezcla. Para mezclas preparadas con asfaltos cut back introducir la espátula en el bowl de mezclado y determinar el peso total de los componentes de la mezcla más el bowl y la espátula antes de proceder con el mezclado. Se debe ejercer cuidado para prevenir la pérdida de la mezcla durante el mezclado y el subsecuente manipuleo. En este punto la temperatura de la mezcla deberá estar entre los límites de aquella determinada en 6.1.2. Mezclar los agregados y el material bituminoso rápidamente hasta que estén cubiertos totalmente por 60 s para bachadas simples y por 120 s para bachadas para especímenes múltiples. Acondicionar las mezclas preparadas con asfaltos cut back introducir la espátula en el bowl de mezclado en un horno cubiertos en horno a  $8^{\circ}\text{C}$  a  $11^{\circ}\text{C}$  por encima de la temperatura de compactación establecida en 6.1.2 para un mínimo de 1 h y máximo de 2 h.

Para muestras de múltiples bachadas, colocar la bachada total en una superficie limpia no absorbente. Mezcle a mano para asegurar uniformidad y cuartelear a un tamaño de muestra para conformar el espécimen de altura requerida. Para cementos asfálticos y alquitrán poner las muestras en contenedores de metal cubiertos y en un horno ventilado a la temperatura establecida en 6.1.3.2 para acondicionarlos por espacio mínimo de 1 h y máximo de 2 h. Curar la mezcla de asfalto cut back en el bowl de mezclado en un horno ventilado mantenido aproximadamente a  $11^{\circ}\text{C}$  por encima de la temperatura de compactación. El curado debe ser continuado en el bowl de mezclado hasta una pérdida precalculada de 50% en peso del solvente. La mezcla puede ser batida en el bowl de mezclado durante el curado para acelerar la pérdida de solvente. Sin embargo, se debe tener cuidado para prevenir la pérdida de mezcla. Pesar la mezcla durante el curado a intervalos consecutivos de 15 min inicialmente y menos de 10 min conforme se aproxima al peso de la mezcla con el 50% de pérdida de solvente. Otros materiales bituminosos o producidos en planta pueden requerir técnicas especiales de curado.

**Nota 5.** Calentar las mezclas por un periodo de tiempo antes de la compactación puede resultar en especímenes que tengan propiedades diferentes de aquellos que son compactados inmediatamente después de su mezclado (el criterio Marshall Original está basado en un procedimiento sin curado).

**Compactación de los Especímenes:**

Limpiar completamente el molde ensamblado y la cara del martillo de compactación y calentarlos ambos en agua hirviendo en horno o en una placa calentadora a temperatura entre  $90^{\circ}\text{C}$  y  $150^{\circ}\text{C}$ . Colocar un pedazo de papel no absorbente cortado del tamaño de la base del molde antes de introducir la mezcla. Colocar la mezcla en el molde, chusear vigorosamente la mezcla con una espátula calentada 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces en el interior. Colocar otra pieza de papel no absorbente para que encaje en la parte

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Donato Entallero Cueva  
ING. CIVIL  
Caf 77190



Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
Caf 77222  
Resolución de G.R.A.



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



superior de la mezcla. La temperatura de la mezcla inmediatamente antes de la compactación deberá estar entre los límites de las temperaturas de compactación establecida en 6.1.2.

Colocar el molde ensamblado en el pedestal de compactación con el sujetador y aplicar el número requerido de golpes con el martillo especificado de compactación. Remover la placa de base y el collar y voltear y reensamblar el molde. Aplicar el mismo número de golpes de compactación en la cara reversa del espécimen. Después de la compactación, remover el collar y la placa de base. Permitir que el espécimen se enfríe lo suficiente para prevenir algún daño y extraer el espécimen de su molde. El enfriar los especímenes en el molde puede ser facilitado por su inmersión en agua fría. Para facilitar la extracción, el molde y el espécimen pueden ser brevemente sumergido en agua en un baño de agua caliente para calentar el molde de metal y reducir la distorsión del espécimen. Cuidadosamente transfiere el espécimen a una superficie suave y plana y permita que se enfríen a temperatura de sala (puede ser toda la noche). Se puede emplear también un ventilador para facilitar el enfriado.

Cuando se lleva a cabo la compactación con el martillo operado manualmente, coger el eje del martillo con la mano tan cerca de la perpendicular de la base del molde ensamblado como sea posible. En este procedimiento original Marshall ningún aparato mecánico de cualquier tipo debe ser empleado para restringir el manubrio del martillo en posición vertical durante la compactación.

**Nota 6.** El vástago del martillo debe ser limpiado y aceitado ligeramente.

**Ensayo de Estabilidad y Flujo.**

Se ensayarán un mínimo de 03 especímenes que tendrán el mismo tipo de agregado, calidad y gradación, el mismo tipo y cantidad de filler, y la misma fuente de ligante, grado y cantidad. Además, tendrán la misma preparación: temperatura, compactación y enfriamiento.

Los especímenes deberán enfriarse a temperatura ambiente después de la compactación. Durante el enfriamiento serán colocados sobre una superficie suave y plana. Se determinará el peso específico bulk de cada espécimen por el método D2726. Los pesos específicos bulk de los especímenes para cada contenido de ligante estarán dentro de  $\pm 0,020$  del promedio tal como se indica en D 6926. Medir el espesor de los especímenes de acuerdo a MTC E 507. Manual de Ensayo de Materiales Página 591 Los especímenes podrán acondicionarse para su ensayo tan pronto alcancen la temperatura ambiente. Los ensayos se completarán dentro de las 24 h de haberse compactado los especímenes. Llevar los especímenes a la temperatura especificada por inmersión en agua de 30 a 40 min. O colocarlos en horno de 120 a 130 min. Mantener el baño u horno a  $60 \pm 1^\circ\text{C}$  para cemento asfáltico,  $49 \pm 1^\circ\text{C}$  para alquitrán con caucho y  $38 \pm 1^\circ\text{C}$  para alquitrán.

Llevar los especímenes preparados con asfalto líquido a temperatura colocándolos en el baño de aire por 120 a 130 min. Mantener el baño de aire a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Limpiar completamente las líneas guías y el interior de las superficies del cabezal antes de ejecutar el ensayo. Lubricar las líneas guías de tal manera que el segmento superior del cabezal se deslice libremente sobre ellas. El cabezal deberá estar a temperatura de  $20$  a  $40^\circ\text{C}$ . Si se emplea el baño de agua, limpiar el exceso de agua del interior de los segmentos del cabezal. Remover un espécimen del agua, horno o baño de aire (en caso del baño de agua remover el exceso con una toalla) y colocarlo en el segmento inferior del cabezal. Colocar el segmento superior sobre el espécimen y colocar el conjunto completo en la máquina de carga. Si se usa, colocar el flujómetro en posición sobre una de las líneas guías y ajustarlo acero mientras se sostiene firmemente contra el segmento superior del cabezal mientras el ensayo se está ejecutando.

El tiempo desde la remoción del espécimen del baño a la determinación de la carga máxima no debe exceder los 30 segundos. Aplicar la carga al espécimen por medio de una razón constante de 50 mm/min. Hasta que la carga decrezca según lo indique el dial de carga. Registrar la máxima carga indicada en la máquina de carga o convertirla de la lectura máxima del dial micrómetro como estabilidad Marshall. Liberar el flujómetro o anotar la lectura del dial micrómetro en el instante en que la máxima carga empieza a decrecer. El valor del flujo normalmente se da en unidades de 0,25 mm. Este procedimiento pueda que requiera de dos personas para conducir el ensayo y registrar los datos.

**CALCULOS**

Los especímenes moldeados en laboratorio deberán satisfacer los requerimientos de espesor de  $63,5 \pm 2,5$  mm. Los especímenes dentro de la tolerancia de espesor pueden ser corregidos basados en el volumen del espécimen. Las estabildades determinadas en núcleos extraídos de campo con amplios rangos de variación de espesor también serán corregidas. Sin embargo, los resultados con correcciones mayores

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382800 Anexo: 2001



Ing. Civil  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP: 84222  
Resolución de CIP





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

deberán ser empleados con precaución. Ver la tabla 1 para los factores de corrección. La razón de correlación es empleada de la siguiente manera:

$$A = B \times C$$

Donde:

- A = Estabilidad corregida.
- B = Medida de la estabilidad (carga).
- C = Razón de correlación de la tabla 1.

**INFORME**

Identificación de la muestra (número, si es mezcla de laboratorio ó de planta ó núcleo del pavimento).  
 Tipo de material bituminoso, fuente y grado.  
 Tipos de agregado, fuente y gradación.  
 Tipo y tiempo de curado antes de la compactación.  
 Tipo de martillo (sostenido manualmente, ó fijo, mecánicamente ó manualmente operado, pie de martillo plano ó sesgado).  
 Número de golpes por lado.  
 Temperatura de mezclado.  
 Temperatura de Compactación.  
 Tipo y tiempo de curado.  
 Peso específico bulk individual y promedio.  
 Altura de cada espécimen de prueba en milímetros aproximación de 0,25 mm.  
 Valores individuales y promedio de la estabilidad Marshall (corregidos y sin corregir, si se requiere) aproximación de 50 N.  
 Valores individuales y promedio del flujo Marshall en unidades de 0,25 mm.  
 Temperatura del Ensayo de estabilidad y flujo.

TABLA 1. Factores de Estabilidad de Correlación <sup>A</sup>

Volumen del espécimen, cm <sup>3</sup>	Espesor del espécimen *		Razón de la Correlación
	mm	Pulg	
200 - 213	25.4	1.00 (1)	5.56
214 - 225	27	1.06 (1 1/16)	5
226 - 237	28.6	1.12 (1 1/8)	4.55
238 - 250	30.2	1.19 (1 3/16)	4.17
251 - 264	31.8	1.25 (1 1/4)	3.85
265 - 278	33.3	1.31 (1 5/16)	3.57
277 - 289	34.9	1.38 (1 3/8)	3.33
290 - 301	36.3	1.44 (1 7/16)	3.03
302 - 316	38.1	1.50 (1 1/2)	2.78
317 - 328	39.7	1.56 (1 9/16)	2.5
329 - 340	41.3	1.62 (1 5/8)	2.27
341 - 353	42.9	1.69 (1 11/16)	2.08
354 - 367	44.4	1.73 (1 3/4)	1.92
368 - 379	46	1.81 (1 13/16)	1.79
380 - 392	47.6	1.88 (1 7/8)	1.67
393 - 405	49.2	1.94 (1 15/16)	1.56
406 - 420	50.8	2.00 (2)	1.47
421 - 433	52.4	2.06 (2 1/16)	1.39
432 - 443	54	2.12 (2 1/8)	1.32
444 - 456	55.6	2.19 (2 3/16)	1.25
457 - 470	57.2	2.25 (2 1/4)	1.19
471 - 482	58.7	2.31 (2 5/16)	1.14
483 - 495	60.3	2.38 (2 3/8)	1.09
496 - 508	61.9	2.44 (2 7/16)	1.04
509 - 522	63.5	2.50 (2 1/2)	1
523 - 535	65.1	2.56 (2 9/16)	0.96
536 - 546	66.7	2.62 (2 5/8)	0.93
547 - 559	68.3	2.69 (2 11/16)	0.89
560 - 573	69.8	2.75 (2 3/4)	0.86
574 - 585	71.4	2.81 (2 13/16)	0.83
586 - 598	73	2.88 (2 7/8)	0.81
599 - 610	74.6	2.94 (2 15/16)	0.78
611 - 626	76.2	3.00 (3)	0.76

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 200



*Dr. Carlos Caballero Cusi*  
 ING. CIVIL  
 CIP 77190



*Walter Fuentes Velásquez*  
 Ing. Civil  
 CIP 222  
 Responsable de Obra



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



A Mide la estabilidad del espécimen multiplicado por la relación para el espesor de la muestra es igual a la estabilidad corregida para  $2 \frac{1}{2}$ " (63,5 mm) del espécimen.

B La relación Volumen-espesor se basa en un diámetro de la probeta de 4" (101,6 mm).

T. GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS  
COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES PARAFINADOS

OBJETO

Calcular el porcentaje de vacíos de aire dado en el método de ensayo MTC E 505.

FINALIDAD Y ALCANCE

Este método de ensayo determina la gravedad específica aparente de especímenes de mezclas asfálticas compactadas cubiertas con parafina. Este método debe emplearse con muestras que absorben más del 2% de agua por volumen tal como se determina en la sección 6.1. Dado que la gravedad específica no tiene unidades, debe convertirse a la densidad cuando este tipo de medida se requiera. Esto se hace multiplicando la gravedad específica a una temperatura dada por la densidad del agua a la misma temperatura.

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 1188: "Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples".

EQUIPOS

Balanza, con amplia capacidad y suficiente sensibilidad, que permita calcular las gravedades específicas de especímenes por lo menos con cuatro cifras significativas, esto es, al menos tres decimales. Se equipará con un aparato conveniente para permitir pesar el espécimen mientras se suspende en el agua. La balanza cumplirá la especificación D 4753 como una balanza GP2.

Ya que no hay más cifras significativas en el cociente (gravedad específica aparente) de las que aparecen tanto en el dividendo (la masa del espécimen en el aire) ó en el divisor (el volumen del espécimen, obtenido de la diferencia de la masa del espécimen en el aire y en el agua), esto significa que la balanza debe tener una sensibilidad capaz de proveer los valores de masa y volumen al menos de cuatro cifras, por ejemplo una sensibilidad de 0,1 g proveerá cuatro cifras significativas para la determinación de una masa en el rango de 130,0 a 999,9 g cuando la gravedad específica es de 2,300.

Baño de agua, para inmersión del espécimen en agua mientras este suspendido, equipado con un orificio de evacuación para mantener el nivel constante del agua.

MATERIALES

Parafina.

Probeta de calibración, una probeta de aproximadamente 100 mm de diámetro por 60 mm de altura.

MUESTRA

Los especímenes de ensayo pueden ser moldeados de mezclas de laboratorio ó ser cortados del pavimento en obra. Las muestras de campo deben obtenerse de acuerdo con la práctica MTC E 501. Tamaño de especímenes, se recomienda (1) que el diámetro de los especímenes cilíndricos moldeados y de núcleos, o que la longitud de los lados de especímenes cortados, sea al menos igual a cuatro veces el tamaño máximo del agregado y (2) que el espesor del espécimen sea al menos de una y media veces el tamaño máximo del agregado. Tomar los especímenes del pavimento con taladro sacanúcleos, broca diamantina o sierra de diamante o de carburo de silicio, o mediante otros métodos apropiados.

Debe tenerse cuidado para evitar la distorsión, flexión o el agrietamiento de los especímenes durante y después de su remoción del pavimento o del molde. Almacénense los especímenes en un sitio frío y seguro. Los especímenes deberán estar libres de materiales extraños, como los de la capa de sello o de liga, materiales de fundación, papeles u hojas. Cuando es visualmente evidente cualquiera de estos materiales, se removerán de acuerdo a 5.3.3. Si se desea, los especímenes podrán separarse de las restantes capas del pavimento aserrándolos o mediante otros métodos apropiados.

PROCEDIMIENTO

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. César Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860



Gerente Calafallo Cu. 1  
ING. CIVIL  
CIF 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIF 64222  
Ejecutor de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Determine si el recubrimiento de los especímenes es necesario, para lo cual debe:  
Determinar la gravedad específica aparente de un espécimen no cubierto de acuerdo al método de prueba MTC E 514. Use los datos recopilados en 6.1.1 para calcular el porcentaje de agua absorbida por el espécimen (en base al volumen) como sigue:

$$\% \text{ agua absorbida} = \frac{B - A}{B - C} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

- A = masa del espécimen seco en aire, g
- B = masa del espécimen saturado superficialmente seco en aire, g
- C = masa del espécimen en el agua, g.

Si el porcentaje de agua absorbida por el espécimen en la sección 6.1.2 excede 2%, continúe con el procedimiento indicado a partir del numeral 6.2. Si el porcentaje de agua absorbida por el espécimen no excede al 2%, reporte la gravedad específica aparente del espécimen sin recubrir como se determinó en 6.1.1. Masa del espécimen descubierto, después que la muestra ha sido secada bajo un ventilador hasta que se obtenga su masa constante, determine la masa de la muestra. Designe esto como la masa A.

**Masa del espécimen cubierto:**

Cubrir el espécimen con parafina derretida lo suficientemente gruesa para sellar los vacíos superficiales. Déjese enfriar al aire a temperatura ambiente por 30 minutos, luego pese el espécimen. Designe esta masa como D. Si se desea emplear el espécimen para ensayos posteriores que requieran la remoción de la parafina, deberá empolvase con talco antes de aplicar dicha capa. La aplicación de la parafina puede completarse, enfriando el espécimen en una refrigeradora a la temperatura aproximada de 4,5 °C por 30 minutos y luego sumergiéndolo en parafina tibia, 5,5°C por encima del punto de fusión. Quizá sea necesario adicionar más parafina caliente con la finalidad de llenar cualquier agujero.

Masa del espécimen recubierto con parafina en agua, pésese el espécimen parafinado dentro de un baño de agua a 25°C y designese esta peso como E.

**Gravedad específica aparente de la parafina:**

Determine la gravedad específica de una probeta de calibración de aluminio a 25 °C ± 1 °C determinando primero la masa en el aire y después bajo el agua. La gravedad específica es:

$$G_{al} = \frac{A_{al}}{A_{al} - B_{al}} \quad (2)$$

Donde:

- A<sub>al</sub> = masa seca de la probeta en el aire, g.
- B<sub>al</sub> = masa debajo del agua, de la probeta, g.

Secar y cubrir la probeta de aluminio con parafina, determine la masa seca del espécimen cubierto y la masa del espécimen cubierto debajo del agua. Determine la gravedad específica de la parafina a 25 °C ± 1 °C:

$$F = \frac{D_{al} - A_{al}}{D_{al} - E_{al} - \frac{A_{al}}{G_{al}}} \quad (3)$$

Donde:

- D<sub>al</sub> = masa seca de la probeta cubierta, g.
- E<sub>al</sub> = masa de la probeta cubierta debajo del agua, g.

**Corrección por humedad**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382840 Anexo: 2701



Dante Cármona Caza  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
CIP 84222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



En el caso que el espécimen se ha obtenido durante la construcción o de un pavimento existente y contiene humedad, es necesario corregir las masas determinadas en las secciones siguientes.

**La humedad puede determinarse por uno de dos métodos:**

Determine la masa original de la muestra. Luego secar la muestra no cubierta a una masa constante en un horno mantenido aproximadamente a una temperatura de 110 °C. Una masa constante es definida como la que tiene menos de un 0,05 % de cambio en la masa entre intervalos consecutivos de secado de 15 min. Designe esta masa seca como  $E_{seco}$ . La masa de la humedad  $E_{húmedo}$  es:

$$E_{húmedo} = E_{original} - E_{seco} \quad (4)$$

Donde:

$E_{original}$  = masa del espécimen original, g.

$E_{seco}$  = masa secado en horno, g.

Sustraer  $E_{húmedo}$  de cualquier determinación de masa en las secciones subsiguientes.

Alternativamente, determine la masa de la humedad en la muestra con el uso del método de prueba D 1461. Este método será usado si el material bituminoso de la mezcla contiene algún destilado volátil a una temperatura de 110 °C. La masa de la humedad se sustraer entonces de cualquier determinación de masa en las secciones siguientes.

**CALCULOS**

Calcular la gravedad específica aparente del espécimen cubierto como sigue:

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{D - E - \frac{(D - A)}{F}} \quad (5)$$

Donde:

A = masa del espécimen seco en el aire, g.

D = masa del espécimen seco cubierto, g.

E = masa del espécimen cubierto dentro del agua, g.

F = gravedad específica de revestimiento determinada a 25 °C.

Calcular la densidad del espécimen como sigue:

$$\text{Densidad} = (\text{Gravedad específica Aparente}) \cdot \gamma \quad (6)$$

Donde:

$\gamma$  = Densidad del agua a 25 °C (997,0 kg/m³).

**INFORME**

Reportar la siguiente información:

Método de Ensayo empleado para determinar la gravedad específica aparente.

Porcentaje de agua absorbida.

Gravedad específica de la parafina con tres cifras decimales.

Corrección de la humedad con cuatro cifras significativas.

Gravedad específica aparente a 25°C ± 1°C Con cuatro cifras significativas.

Densidad con cuatro cifras significativas.

**U. DETERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION DE UNA MEZCLA BITUMINOSA**

**OBJETO**

Describir los procedimientos para determinar el grado de compactación de un pavimento de mezcla asfáltica.

**FINALIDAD Y ALCANCE**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382-600 Anexo 2001



Dante Caballero Cusi  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Se determina el grado de compactación comparando el peso específico del pavimento compactado, con el peso específico de un espécimen estándar compuesto de los mismos materiales de la mezcla asfáltica, previa verificación de que se encuentren dentro de las tolerancias de la fórmula de trabajo

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

AASHTO T 230: "Determining Degree of Pavement Compaction of Bituminous – Aggregate Mixtures".

**EQUIPOS**

Puede ser cualquier instrumento capaz de extraer una muestra inalterada cuadrada, circular o un núcleo de pavimento compactado, para la profundidad total de la capa o capas bajo consideración. Son apropiados para esta extracción: un cortador por impacto, una sierra para pavimentos con hoja de diamante, un anillo de acero para pesos unitarios o una broca de diamante extractora de núcleos. La broca deberá extraer núcleos de 100 a 150 mm de diámetro. El anillo para pesos unitarios deberá tener un diámetro interno de 150 mm aproximadamente, y una altura inferior de 6,4 mm, al espesor de la capa del pavimento Compactado bajo consideración. Debe disponerse además de una placa rígida y de un recipiente apropiado suficientemente amplio para guardar y transportar la muestra, y así evitar su distorsión, después de que haya sido extraída del pavimento.

**PROCEDIMIENTO**

**Método A**

Antes de colocar y compactar el pavimento o capa de pavimento de donde va a ser extraída la muestra, identifíquese el lugar de extracción y colóquese sobre él un material de propiedades y tamaño adecuados para evitar la unión total del pavimento o capa de pavimento con la superficie subyacente. Después de haber colocado y compactado el pavimento o capa de pavimento córtese y extráigase una muestra cuadrada del lugar identificado (véase en el apéndice A un procedimiento típico para este método A).

**Método B**

Cuando la muestra vaya a ser un núcleo extraído, no es necesario identificar previamente el lugar de muestreo. Después de completar la operación de perforación para extracción del núcleo, éste debe ser recuperado cuidadosamente, con los dispositivos apropiados. Cuando el tamaño nominal máximo del agregado en el pavimento sea de 25 mm o menos, deberá usarse una broca de 100 mm de diámetro; cuando sea superior, deberá usarse una broca de 150 mm de diámetro.

**Método C**

La muestra puede ser obtenida mediante el método del anillo de pesos unitarios. Deberá tenerse mucho cuidado de no distorsionar, doblar, quebrar o producir cualquier cambio a la muestra después de extraída o en el proceso de extracción; luego de la extracción la muestra debe ser enviada al laboratorio. En caso de alguna demora indeseable, almacénese la muestra en un lugar seguro y fresco. Deberá darse junto con la muestra extraída la información de identificación completa. Peso Específico y/o Peso Específico Unitario de Pavimento Compactado Determinese el peso específico de la muestra extraída del pavimento compactado, según la norma "Peso específico y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca". Cuando se determine el peso específico (o el peso unitario) mediante un medidor nuclear, tal determinación deberá efectuarse en el sitio de extracción, de acuerdo con la Norma MTC E "Peso Unitario del Concreto Asfáltico en el Terreno mediante Método Nuclear".

**Preparación del Especimen Estándar**

Los especímenes estándar deberán ser preparados a partir de una muestra representativa de la mezcla, que va a ser sometida a compactación y que se vaya a tomar referencia del ensayo. La preparación deberá llevarse a cabo de conformidad con la norma correspondiente (MTC E513), "Resistencia a la Compresión Simple de Mezclas Asfálticas" o con algún otro método aceptable.

**Peso Específico del Especimen Estándar**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 3222222



Dante Caballero C. A.  
ING. CIVIL  
CIP 27190



Walter Fuentes Velasquez  
Ing. Civil  
CIP 14222  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



El peso específico del espécimen estándar compactado en el laboratorio deberá determinarse según la Norma MTC E 514.

**CALCULOS**

Determinese el grado de compactación del pavimento dividiendo el peso específico de la muestra extraída del pavimento compactado entre el peso específico del espécimen estándar. Exprésese el resultado como porcentaje.

$$\text{Grado de Compactación} = \frac{\text{Peso Específico muestra de pavimento}}{\text{Peso Específico espécimen estándar}} \times 100$$

**APENDICE A**

**OBTENCIÓN DE UNA MUESTRA CUADRADA DEL PAVIMENTO**

Colóquese un cuadrado de 300 mm de lado, hecho de cartón, de lámina metálica delgada o de papel metálico, sobre la superficie del carril particular que está siendo pavimentado. No debe ser colocado a menos de 0,60 m del borde del carril o de una junta longitudinal. Mídense sus cuatro esquinas hasta puntos de referencia permanentes para identificar su posición después de colocada y compactada la capa del pavimento. Tal identificación puede hacerse colocando clavos de cabeza roja en los sitios donde se han localizado las cuatro esquinas encima del pavimento.

Por medio de un cincel o de una sierra con hoja diamante, hágase cortes al pavimento conectando los cuatro puntos medidos. Esto proveerá una muestra de pavimento de 300 x 300 mm que puede fácilmente ser extraída gracias a la presencia de la lámina que fue colocada inicialmente.

**APENDICE B**

**METODO DEL ANILLO PARA PESOS UNITARIOS**

**EQUIPO**

Anillo para pesos unitario. Deberá ser de acero tener 150 mm de diámetro interno y altura de 6,4 mm, menor que el espesor de la capa de mezcla asfáltica compactada de la cual a extraerse la muestra. Los anillos de la altura requerida pueden ser cortados de un tubo metálico de bajo contenido de carbón, estrado en frío e inoxidable, de 150 mm de diámetro interno y 6,4 mm de espesor de pared.

La parte inferior de la pared exterior del anillo deberá ser biselada (aproximadamente de 20°) como se muestra en la Figura 1. El anillo debe ser maquinado para lograr que los bordes superior e inferior sean paralelos entre sí y perpendiculares a la pared interior. La pared del anillo deberá tener un corte longitudinal de 1,6 mm de ancho máximo, que bien puede ser el espacio que deja una hija seguenta al cortar. Si el corte se abre más de esta cantidad, deberá cerrarse comprimiéndola en una prensa (Figura 1). Además, debe perforarse un orificio de 3,2 mm en la pared del anillo, en el sitio diametralmente opuesto al corte descrito, con su centro localizado a 4,8 mm del borde superior del anillo. Allí se atará un cable apropiado que ayude a la remoción del anillo y la muestra de pavimento compactado. Todas las paredes y bordes del anillo deberán ser limados para eliminar rebabas.

**PROCEDIMIENTO**

Encima de la base o capa de nivelación, sobre la cual se está colocando la mezcla asfáltica y en el lugar escogido, ubíquese el anillo con el borde biselado hacia abajo, delante del frente de pavimentación. Si se quiere, se puede colocar entre el anillo y la base un pedazo de papel metálico de un tamaño ligeramente superior para facilitar su remoción posterior. Puede amarrarse una cuerda al cable que se encuentra atado al orificio, de suficiente longitud para que salga del área de trabajos sobre la vía. Luego de colocar la mezcla asfáltica (operación que cubrirá y rellenará el cilindro para pesos unitarios), peor antes de la compactación, jale la cuerda para que quede por encima de la superficie de mezcla asfáltica, cuidando de no mover el anillo. Después de terminada la operación de compactación, recupérese con ayuda de alguna herramienta el anillo con la muestra. Puede usarse una bolsa de hielo seco para enfriar el anillo y su contenido antes de recuperarlos. Enrásese luego la parte superior del anillo para eliminar este material suelto o alterado. Para extraer la muestra del anillo, debe hacerse palanca en el corte con la ayuda de alguna herramienta (ej. Destornillador) con el fin de expandir el anillo y permitir que salga la muestra fácilmente. Debe tenerse mucho cuidado en este paso para no deformar o alterar la muestra.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo 2901



*Dr. Caballero Curi*  
ING. CIVIL  
CIP 77150



*Walter Fuentes Velásquez*  
Ing. Civil  
CIP 44222  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



27

**V. ESPESOR O ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO**

**OBJETO**

Determinar el espesor (o altura) de los especímenes de mezclas compactada de pavimento bituminoso.

**FINALIDAD Y ALCANCE**

El espesor de un pavimento de mezcla bituminosa compactada es a menudo empleado para asegurar que se haya colocado, según proyecto, la adecuada cantidad de materiales y para corregir la medida de la resistencia sobre especímenes de diámetro constante con alturas variables.

**REFERENCIAS NORMATIVAS**

ASTM D 3549: "Standard Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens".

**EQUIPOS**

Cualquiera de los siguientes dispositivos puede emplearse para medir el espesor de los especímenes de ensayo.

**Nota 1.** Además de la medición directa, el espesor del espécimen de ensayo puede determinarse como se describe en el numeral 6.3.

- Una regla o cinta metálica (wincha).
- Un juego de calibradores.
- Una guía u otro dispositivo, fabricado de tal manera que puedan medirse los espesores del espécimen de acuerdo con este procedimiento.

De acuerdo con los requerimientos, las unidades de medida y las subdivisiones serán como sigue:

- Cuando se especifiquen pulgadas y fracciones, el aparato deberá medir hasta 1/16 pulg.
- Cuando se especifiquen pulgadas y porciones decimales, el aparato deberá medir hasta 0,05 pulg.
- Cuando se especifiquen porciones decimales de pies, el aparato deberá medir hasta 0,005 ft.
- Cuando se especifiquen centímetros, el aparato deberá medir hasta 0,10 cm.

**MUESTRA**

Los especímenes de ensayo deberán provenir de pavimentos asfálticos recién compactados o que provengan del laboratorio. Los especímenes de ensayos de pavimentos deberán tomarse con un taladro toma núcleos, con sierra de diamante, extractoras de testigos u otro método adecuado. Las mediciones del espesor no deberán efectuarse sobre especímenes que se hayan distorsionado o agrietado al extraerlos del pavimento, de los moldes de compactación en el laboratorio o durante el almacenamiento, antes de medirlos. Los especímenes deberán estar libres de materias extrañas como de la capa de sello, del material de fundación de suelo, de papel de filtro, de hojas u otros elementos. Donde sea deseable, pueden separarse los especímenes de otras capas mediante corte y otros medios, teniendo en cuenta que se logre un plano bien definido de construcción.

**PROCEDIMIENTO**

El espesor de especímenes con superficies relativamente planas o capas muy bien definidas, líneas de demarcación uniforme puede medirse con una cinta, regla o calibradores de acuerdo con lo siguiente:

Medir el espécimen o capa empleando cualquiera de los aparatos descritos en 4.1.1 con el intervalo aplicable más próximo, descrito en 4.2.1. Efectúense las mediciones aproximadamente en forma perpendiculares al plano superior del espécimen. Medir entre las superficies superior e inferior, entre una línea de demarcación de construcción bien definida y la superficie superior o inferior o entre dos líneas de demarcación de construcción, bien definidas. Efectúense cuatro mediciones. Regístrese como espesor del espécimen, el promedio de estas medidas.

El espesor promedio de especímenes con superficies relativamente planas puede medirse por medio de guías de medidas u otros dispositivos adecuados, con tal que el dispositivo produzca resultados consistentes dentro de  $\pm 0,05$  ( $\pm 0,13$  cm) de los obtenidos de acuerdo con el numeral 6.1 En especímenes de mezclas asfálticas densas para pavimento (menor de 10% de vacíos de aires), con bordes verticales

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra

27



## GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



uniformes, puede obtenerse el espesor dividiendo el volumen del espécimen entre el área de su sección transversal, de acuerdo con el procedimiento siguiente:

Determinar el área en cm<sup>2</sup> de un plano horizontal a través del espécimen aproximadamente equidistante de la superficie superior y de la inferior y aproximadamente perpendicular a sus lados verticales.

**Nota 2.** Son ejemplos los especímenes compactados en el laboratorio para el ensayo Marshall y los núcleos o especímenes cortados con taladros ó brocas diamantinas.

**Nota 3.** Especímenes cortados del pavimento con buriles sostenidos a mano u operados con motor, deberán pulirse mediante abrasión o con diamantes, para remover cualquier área distorsionada antes de medirlo.

Determinar el volumen en cm<sup>3</sup> del espécimen mediante los métodos de ensayo D 1188 o D 2726.

**Nota 4.** Con referencia a los métodos de las anteriores normas se tiene,

$$\text{Volumen} = \frac{D - E - \frac{(D - A)}{F}}{1} \times \frac{B - C}{1}$$

Donde el denominador es el peso unitario del agua en g/cm<sup>3</sup>, el cual se considera igual a la unidad para los fines de esta norma.

Calcular el espesor promedio de espécimen en la siguiente forma:

$$\text{Espesor, cm} = \frac{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}{\text{Área (cm}^2\text{)}}$$

### CALCULOS

Calcular el espesor promedio de espécimen en la siguiente forma:

$$\text{Espesor, cm} = \frac{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}{\text{Área (cm}^2\text{)}}$$

### INFORME

Informar el espesor (o altura) del espécimen como el promedio determinado mediante cualquiera de los procedimientos descritos en los apartados 6.1 a 6.3 con aproximación al intervalo más próximo aplicable descrito en el numeral 4.2.1. Indicar en el Informe, cuál de los tres procedimientos fue usado para determinar el espesor.

Esto es medido por regla o calibrador (6.1), otro dispositivo (6.2), o calculado de volumen/área (6.3)

## W. MEDIDA DE LA IRREGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS, ESTÁTICA O RODANTE

### OBJETO

Describir el procedimiento que debe seguirse para la medida de las irregularidades superficiales de los pavimentos de carreteras.

### FINALIDAD Y ALCANCE

Describe dos procedimientos y dos aparatos para medir la irregularidad de la superficie de un pavimento. El primero, A, es la regla estática de 3 metros; el segundo, B, es la regla rodante de 3 metros. Ambos procedimientos son semejantes y su diferencia principal estriba en la posibilidad de realizar las medidas de forma discreta y lenta (regla estática) o continua y rápida (regla rodante). Los valores y resultados obtenidos por cualquiera de los aparatos referidos, representan una característica determinada con estos procedimientos y no tienen por qué ser proporcionales o similares a los determinados con otros equipos o métodos. Las irregularidades superficiales son por naturaleza aleatorias; consecuentemente no se especifica un método rutinario para el muestreo. La conformidad dentro de los límites especificados para la irregularidad es fundamental en la valoración de la calidad de un pavimento nuevo. Las irregularidades

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo: 290



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
C.R. 77190



Walter Fuenes Velásquez  
ING. CIVIL  
C.R. 84222  
Residente de Obra



## GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



en una superficie pueden causar variaciones importantes en la carga dinámica de la rueda, impedir el drenaje del agua de la superficie, en detrimento de la durabilidad de la carretera, e influir adversamente en la conducción del vehículo, seguridad, gastos, circulación y confortabilidad.

### REFERENCIAS NORMATIVAS

NLT-334/98: "Medida de la irregularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros estática o rodante."

### EQUIPOS Y MATERIALES

#### REGLA ESTATICA

Regla estática, La regla tendrá  $(3000 \pm 1)$  mm de longitud y estará construida rigidamente de forma que, suspendida de sus extremos, su borde de medida no se desviará de su verdadero plano en más de  $\pm 0,5$  mm en cualquier punto. La regla será recta también en toda su longitud y no se desviará de esta condición en más de 1,5 mm, el ancho horizontal del borde de medida será de  $(25 \pm 1)$  mm.

Cuña calibrada, para medir las irregularidades. Estará construida rigidamente y tendrá  $(3000 \pm 1)$  mm de largo y  $(25 \pm 1)$  mm de ancho. Dispondrá de marcas permanentes grabadas en su plano inclinado, cada 1 mm, de forma que su altura verdadera venga definida por una tolerancia máxima de  $\pm 0,1$  mm en cada una de las marcas.

Tanto la regla como la cuña calibrada se marcarán de forma indeleble con una misma y única referencia, para que su uso sea siempre conjunto.

#### REGLA RODANTE

Regla rodante de 3 metros. El aparato (figura 1) consiste en una viga rígida (flecha inferior a  $200 \mu\text{m}$ ) apoyada en dos ruedas, una en cada extremo, cuya distancia entre ejes es de  $(3000 \pm 1)$  mm. En el punto medio se dispone una rueda medida que se puede desplazar vertical y libremente, a la que se acopla un dispositivo para medir aquellos desplazamientos en un recorrido de  $\pm 30$  mm con una precisión de, como mínimo,  $\pm 1$  mm. El sistema de lectura podrá ser gráfico o digital. También podrá adaptarse un mecanismo provisto de dos indicadores luminosos que se enciendan cuando la medida supere unos límites que se establezcan previamente según la especificación aplicable. En el extremo posterior el aparato dispone de un manillar con dos brazos para conducirlo. Una de las ruedas extremas, preferiblemente la delantera, tendrá un eje de giro vertical que permita guiar el aparato mediante un cable con mando accionado desde el manillar.

Materiales auxiliares, calibrador, cinta métrica de 25 m, pintura y pincel, señales de tráfico adecuadas según la normativa vigente.

### MUESTRA

No existe información al respecto para este método

### PROCEDIMIENTO

#### REGLA ESTATICA

La zona en la que se va a realizar la medida se limpia de detritos, o de cualquier elemento suelto ajeno a la carretera. Se coloca la regla sobre la superficie y perpendicular a ésta. Esto se puede hacer en cualquier dirección, paralela o transversalmente al sentido de la circulación. La regla se desliza sobre la superficie del pavimento para determinar la irregularidad máxima en la zona que se ensaya. (Nota 1)

**Nota 1.** Este procedimiento se puede utilizar para medir la profundidad de los ahuecamientos formados en las carreteras que estén en servicio.

Situada la regla en el punto de medida se coloca la cuña calibrada sobre la superficie con un contacto firme. La cuña estará perpendicular al borde de medida de la regla. La medida se hará por ambos lados de la regla entre los dos puntos de contacto entre ésta y la superficie del pavimento. Se determina la distancia, entre el borde de medida de la regla y la superficie, insertando la cuña en el hueco formado por aquellas y leyendo el valor de esta distancia en la escala grabada en el plano oblicuo de la cuña. Se realizan las medidas necesarias para determinar, en cada posición de la regla, la distancia mayor entre ésta y la

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 382860 Anexo 2900



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
OP. 77130



Walter Fuentes Velásquez  
ING. CIVIL  
OP. 84222  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



24

superficie del pavimento. Esta distancia definirá la irregularidad en esa zona o punto de ensayo. Las medidas se realizarán con aproximación de  $\pm 1$  mm. En superficies de pavimentos recién construidos los requisitos para la especificación sobre irregularidad se entenderán para los ensayos realizados antes de la apertura al tráfico y tan pronto como sea posible después de colocada la capa. Si estas circunstancias no son la de ensayo, se deben recoger en el informe junto con los resultados.

#### REGLA RODANTE

Comprobación en el laboratorio. En el laboratorio se situará el aparato sobre una superficie perfectamente plana, que puede ser una regla de más de 3 m de longitud. Se medirá con un calibrador la distancia mínima entre la parte superior de la rueda de medida y la parte inferior de la regla, anotándose este valor. Se medirán igualmente cuatro o más radios de cada rueda, regularmente distribuidos en su circunferencia. Estas medidas diferirán entre sí menos de 1 mm para cada rueda. Si las longitudes de dos cualesquiera de los radios antes medidos difieren en 1 mm o más, deberá corregirse la circunferencia de la rueda, mecanizándola o sustituyéndola por otra que cumpla las condiciones anteriores. Se anotará la longitud del radio medio de la rueda de medida.

Se comprobará finalmente que el valor señalado por el dispositivo de lectura (digital, gráfico, etc.) de la medida se corresponde justamente con los desplazamientos verticales de la rueda de medida. Para esta comprobación se utiliza el calibrador.

Preparación en el campo. En la zona o área para ensayo, con el aparato apoyado sobre la superficie del pavimento, se medirá la mínima distancia entre la parte superior de la rueda de medida y la parte inferior de la regla, comprobándose que la diferencia entre esta medida y la anotada en el laboratorio es igual a la indicación del cuadrante. Si estas lecturas fuesen distintas, se corregirá tal lectura mediante el ajuste que para tal fin tiene la varilla de transmisión rueda-dispositivo de lectura; si se trata de registro gráfico, se coloca la plumilla de modo que sobre el papel marque la lectura correctamente. Si la regla dispone de indicadores luminosos, se fijan sus contactos de forma que se enciendan cuando las irregularidades medidas en la superficie del pavimento sobrepasan los límites que establezca en cada caso, las especificaciones técnicas.

Situación de las medidas. Se debe efectuar una inspección previa del tramo o tramos del pavimento que se va a ensayar. Si es posible, se obtendrán los planos del trazado definitivo de los tramos, sobre los que se anotan, en su lugar, los siguientes datos o circunstancias:

- Origen y fin del tramo para ensayo; se marcan en la calzada, en la berna o en una referencia fija muy visible.
- Los puntos kilométricos y las distancias de éstos a las referencias fijas.
- Las referencias fijas existentes fuera de la calzada y visibles desde un vehículo en marcha lenta circulando por la calzada.
- Las zonas de tráfico conflictivo o de falta de visibilidad, en los que se aumentará la señalización pertinente para los conductores o se desviará el tráfico.

Se tomará como mínimo una línea o perfil en el carril derecho por cada sentido de circulación. Los perfiles se pueden situar a 1,00 m y a 2,50 m del borde derecho del carril, en el sentido de circulación, para anchos de carril de 3,50 m o más, y a 0,80 m y 2,30 m en los restantes casos. Se sitúa la regla en sentido de marcha en la línea y punto señalado para el comienzo de las medidas. Se anota las distancias de éste respecto a las referencias fijas. En caso de disponer de registro gráfico se marca sobre él esta distancia.

El examen de las irregularidades de la superficie de un pavimento se puede realizar con dos criterios distintos:

- a. Registro de defectos. Se anotan los puntos y zonas en los que la medida dada por la regla supera a la establecida según la especificación aplicable. Si el aparato dispone de registro gráfico no es necesario efectuar estas anotaciones, pero sí marcar en éste los pasos por las referencias fijas. Sobre el pavimento se marcan con pintura los puntos y zonas con estas irregularidades a efectos del control de construcción.
- b. Método estadístico. Se anotan las medidas de irregularidad máximas (positivas o negativas) obtenidas con la regla en tramos de longitud prefijada, por ejemplo, 10m, consecutivamente. Si el aparato dispone de registro gráfico no es necesario efectuar estas anotaciones, pero sí marcar en éste los pasos por las referencias fijas. Este criterio es el que se utiliza para el estudio o control del estado general de tramos de carretera y de la evolución de la seguridad superficial en los pavimentos en servicio. No es necesario, por tanto, marcar estos puntos con pintura.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382869 - Anexo 204



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velasquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra





El informe de los resultados referirá al menos las siguientes circunstancias:

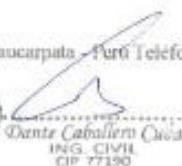
- 
- Diagrama de um veículo de teste com as seguintes dimensões e componentes:
- Comprimento total: 3000 mm (dividido em 1500 mm e 1500 mm).
  - Componentes: MANOVAR, DISPOSITIVO FRENOSO DE EMERGÊNCIA, BOTA DE FREIO, CILINDRO, MECANISMO DE GIRO.

Formato

[illegible]

[www.regionatequila.gob.mx](http://www.regionatequila.gob.mx)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 299





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



22

#### X. DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO CON PENDULO BRITANICO (TRRL)

##### OBJETO

Obtener el Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (C.R.D.) que valora las características antideslizantes de la superficie de un pavimento.

##### FINALIDAD Y ALCANCE

Este método describe el procedimiento que se debe seguir para la realización de medidas de resistencia al deslizamiento con el péndulo británico. El Péndulo Británico es un péndulo dinámico que se utiliza para medir la energía perdida cuando el borde de un patín de goma se desliza sobre una superficie.

El ensayo consiste en medir la pérdida de energía de un péndulo de características conocidas provisto en su extremo de una zapata de goma, cuando la arista de la zapata roza, con una presión determinada, sobre la superficie a ensayar, y en una longitud fija. Esta pérdida de energía se mide por el ángulo suplementario de la oscilación del péndulo.

El método de ensayo puede emplearse también para medidas en pavimentos de edificaciones industriales, ensayos de laboratorio sobre probetas, baldosas o cualquier tipo de muestra de superficies planas terminadas. No es el propósito de este método la medida sobre probetas para determinar el pulimento acelerado de los áridos.

Resistencia al Deslizamiento: es la fuerza que se desarrolla a lo largo de la superficie de un pavimento, cuando una rueda está frenada o impedida de girar. Comúnmente la resistencia al deslizamiento es entendida como la propiedad de una superficie que impide el deslizamiento de un cuerpo sobre ella. Coeficiente de Fricción Dinámico: corresponde a la razón entre la resistencia al deslizamiento y la fuerza normal a la superficie donde el cuerpo desliza. Los resultados son usados principalmente para los siguientes propósitos:

- Muestreo de la red vial para la gestión de pavimentos.
- Especificaciones para la restauración de la superficie de rodado.
- Especificaciones para nuevas construcciones.
- Investigación de accidentes.
- Medición para mantenimientos de invierno en carreteras.

##### REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM E 303: "Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester".

AASHTO T 278: "Standard Test Method for Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester".

##### EQUIPOS Y MATERIALES

**PÉNDULO DEL TRRL.** Se emplea el aparato representado en la Figura 01, desarrollado y diseñado por el Transport and Road Research Laboratory, cuyas características son: El péndulo propiamente dicho, Figura 02, con zapata y su placa soporte debe tener una masa de  $1500 \pm 30$  g. Su centro de gravedad estará situado en el eje del brazo, a una distancia de  $411 \pm 4$  mm del centro de oscilación. El arco de circunferencia descrito por el borde de la zapata, con centro en el eje de suspensión, tendrá un radio de 508 mm. La zapata del péndulo ejercerá una fuerza de  $24,52 \pm 0,98$  N sobre la superficie de ensayo y en su posición media de recorrido. La variación de la tensión del resorte sobre la zapata no será mayor de 216 N/m. La zapata de goma va pegada sobre una placa de aluminio, Figura 03, que comprende un casquillo para su fijación al pivote (F) del brazo del péndulo, formando un ángulo de  $70^\circ$  con el eje de este brazo y de manera tal que solamente la arista posterior de la goma quede en contacto con la superficie a medir, pudiendo girarla alrededor del pivote (F), recorriendo las desigualdades de la superficie de ensayo y manteniéndose en un plano normal al de oscilación del péndulo.

**CARACTERÍSTICAS DE LA ZAPATA DE GOMA.** Las dimensiones de la zapata de goma a emplear en las medidas de resistencia al deslizamiento serán, Figura 04, de 76,2 mm de longitud, 25,4 mm de ancho y 6,5 mm de espesor. La masa de conjunto zapata y placa soporte de aluminio será de  $36 \pm 7$  g. Las

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2901



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 34222  
Residente de Obra

22



GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



zapatas estarán cortadas de una plancha de goma de 6,5 mm de espesor y con una edad mínima de fabricación de seis meses.

TABLA N° 1  
ESPECIFICACIONES DE RESILIENCIA Y DUREZA  
A CUMPLIR POR EL CAUCHO PARA ZAPATAS

Características	Temperatura (°C)				
	0	10	20	30	40
% de resiliencia (*)	42 - 47	55 - 62	61 - 68	64 - 71	66 - 73
Grados de dureza I.R.H. (**)			55 ± 5		

(\*) El ensayo de resiliencia con el resiliómetro Lupke está en concordancia con la norma B.S. 903, parte A-8.

(\*\*) El grado de dureza, International Rubber Hardness, está en concordancia con la norma B.S. 903, parte A-26.

Las zapatas de caucho nuevas deben ser acondicionadas antes de su empleo, realizando diez (10) oscilaciones sobre la superficie testigo en condiciones secas. Esta superficie es la "Safety-Waik" tipo B. Las oscilaciones deben ejecutarse preparando el ensayo tal como se indica en el numeral 5.1.

TABLA N° 2  
ESPECIFICACIONES DE COMPOSICION PARA  
FABRICACION DE CAUCHO DE ZAPATAS

Producto	Partes en Peso
Hoja ahumada	100
Philblack A	30
Oxido de zinc (ZnO)	3
Ácido esteárico	2
PNB (fenil-naftilamina)	1
CBS (ciclohexil-benzotiacil-sulfona mida)	0,6
Azufre	2,5
Dutrex R	4,0
Vulcanización:	Plancha de 6,5 mm de gruesa, 30 minutos a 141 °C.

Las zapatas de caucho sufren un cierto desgaste al rozar con la superficie de ensayo, que depende de la rugosidad macro o microscópica de la superficie que se mide, de la temperatura alcanzada por el caucho y del grado de mojado. Este desgaste da lugar a un área de contacto mayor entre zapata y superficie a medir, así como una mayor adherencia, que termina por originar, en la arista de la zapata, una rebaja que también contribuye a aumentar la adherencia, aunque disminuya la presión, obteniéndose así una lectura de la aguja indicadora sobre el papel de las escalas mayor de lo normal.

**DISPOSITIVO DE NIVELACION.** El dispositivo de nivelación será del tipo tornillo (L), acoplado en cada uno de los tres puntos de apoyo del aparato, con un nivel de burbuja (M) para situar la columna del instrumento en posición vertical, Figura 01.

**DISPOSITIVO DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL.** Un dispositivo que permita mover verticalmente el eje de suspensión del péndulo, Figura 05, de manera que la zapata mantenga contacto con la superficie a ensayar en una longitud entre 124 y 127 mm. El movimiento vertical de la cabeza del aparato, solidariamente con el brazo oscilante (D), escalas graduadas (K), aguja indicadora (I) y mecanismo de disparo (N), se efectuará por medio de una cremallera (C), fijada en la parte posterior de la columna vertical

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2961



Dante Caballero Cuba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 84222  
Residente de Obra





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



y de un piñón accionado por uno cualquiera de los mandos (B y B'), Figura 05. La cabeza quedará fijada por medio del tornillo de presión (A).

**DISPOSITIVO DE DISPARO DEL BRAZO DEL PENDULO.** Un dispositivo para sujetar y soltar el brazo del péndulo (N), Figura 01, de forma que éste caiga libremente desde su posición horizontal.

**DISPOSITIVO DE MEDIDA.** Un dispositivo consistente en una aguja, Figura 01, de masa 85 g y longitud 300 mm, equilibrada respecto a su centro de suspensión, para indicar, al final de su recorrido, la posición del brazo del péndulo sobre una escala circular (K) grabada sobre un panel. Un sistema de fricción del mecanismo de suspensión de la aguja que será regulable mediante los anillos de fricción roscados (E y E'), Figura 06, de manera tal que, con el brazo del péndulo moviéndose libremente desde su horizontal, la aguja sea arrastrada por la oscilación del brazo hasta un punto situado a 10 mm por debajo de la horizontal que pasa por el centro de oscilación, punto cero de la escala de medida.

#### MATERIAL AUXILIAR.

**REGLA GRADUADA.** Una regla graduada, Figura 07, cuyas marcas estén separadas 127 mm, siendo la separación entre una marca exterior y la interior más próxima de 2,5 mm.

**TERMOMETRO.** Un termómetro con graduación en grados Celsius y escala de - 10 a + 60°C.

**RECIPIENTES PARA AGUA.** Dos recipientes de material plástico y tapón de rosca, conteniendo agua potable o destilada. Uno con capacidad de 10 litros y el otro con capacidad de 0,5 litros. El más pequeño llevará en el tapón un tubo de salida con orificio de unos 3 mm de diámetro.

**CEPILLO.** Un cepillo de cerdas de goma dura con longitud mayor de 2 cm, que pueda abarcar una superficie de barrido de 16 cm<sup>2</sup>, para la limpieza de la superficie a medir.

**CINTA METRICA.** Una cinta métrica de longitud igual o superior a 15 m para situar los puntos de medida.

**CAJA DE HERRAMIENTAS.** Caja para transportar las herramientas, zapatas, termómetro, regla, tiza, lapiceros, etc., elementos todos necesarios para efectuar las mediciones en terreno.

**CAJA DE TRANSPORTE.** Es recomendable contar con una caja para transportar el equipo de medida.

**BANQUETA.** Es recomendable contar con un asiento para el operador al realizar medidas en el campo.

#### PROCEDIMIENTO

##### MONTAJE DEL APARATO.

Se extrae el cuerpo principal del aparato de la caja de transporte y se coloca en posición de trabajo el pie posterior de la base, haciendo girar sobre el tornillo (J), Figura 01, y sujetándolo con el tornillo (H). Seguidamente se fija el brazo oscilante (D) en la cabeza del aparato mediante la tuerca de fijación (G).

En el brazo del péndulo y sobre el eje (F), se ajusta la zapata de goma, sujetándola con un pasador.

Las zapatas de goma nuevas deben ser acondicionadas antes de su empleo, realizando 10 disparos sobre la superficie testigo en condiciones secas. Los disparos deben efectuarse preparando el ensayo tal como se indica en el numeral 5.2. Deberá cambiarse la zapata de goma con la que se efectúen las medidas cuando presente una superficie rozada superior a lo 3,2 mm de ancho o un desgaste en la arista superior de 1,6 mm de alto, Figura 04.

Se nivela el aparato por medio de los tornillos (L), que van situados en cada uno de los pies de su base, y del nivel de burbuja (M) situado sobre la misma base, Figura 01.

A continuación, se eleva la cabeza del aparato, de forma tal que el brazo del péndulo oscile sin rozar la superficie a medir y se procede a comprobar el cero de la escala de medida. Para ello se lleva el brazo del péndulo a su posición horizontal hacia la derecha del aparato, quedando enganchado automáticamente en el mecanismo de disparo (N), Figura 01. Después se desplaza la aguja indicadora (I) hasta el tope (O) situado en la cabeza del aparato, de forma que quede paralela al eje del brazo del péndulo. Este tope, constituido por un tornillo, permite corregir el paralelismo entre la aguja y el brazo. Seguidamente, presionando el pulsador (N) se dispara el brazo del péndulo, que arrastrará la aguja indicadora solamente en su oscilación hacia delante (Nota 1). Se anota la lectura señalada por la guía de la escala (K o K') del panel y se vuelve el brazo a su posición inicial de disparo (Nota 2). La corrección de la lectura cero se realiza mediante el ajuste de los anillos de fricción (E y E'), Figura 01 y Figura 06. Si la aguja sobrepasa el cero de la escala, la corrección exigirá aflojar los anillos de fricción (Nota 3).

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 382 5555



Dante Caballero Caba  
ING. CIVIL  
CIP 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUS GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



**Nota 1.** Es conveniente sujetar el aparato con una ligera presión de la mano izquierda sobre la parte superior de la columna vertical, cada vez que se efectúe un disparo del péndulo, con el propósito de evitar movimientos o vibraciones en su base.

**Nota 2.** Deberá recogerse el brazo oscilante en su recorrido de regreso antes de que pase por la posición vertical, con el propósito de evitar el arrastre de la aguja indicadora en la oscilación de vuelta y el choque contra el pavimento y, cuando se realizan medidas, evitar el roce de la zapata sobre la superficie de contacto y su consecuente deterioro, por lo que se debe pasar la zapata sin tocar la superficie de ensayo, ayudándose de la palanca de elevación (P).

**Nota 3.** En la comprobación del cero del aparato se harán los necesarios disparos y correcciones con los anillos, hasta que la aguja marque tres veces consecutivas la lectura cero.

**PROCEDIMIENTO A DESARROLLAR EN TERRENO Y LUGARES DE MUESTREO**

Se debe seleccionar el lugar a auscultar. Luego se procede a posicionar el equipo en forma longitudinal al camino, nivelándolo gracias a los tornillos que posee en sus tres apoyos guiándose por la burbuja que el equipo tiene. Posteriormente se debe limpiar la superficie sobre la cual pasará la zapata, asegurándose de que no queden partículas sueltas. En este instante se debe colocar la galga bajo la palanca de elevación, para mover el brazo en forma vertical de modo que roce ligeramente la superficie a auscultar. De este modo se retira la galga con lo que el brazo quedará presionando la superficie con cierta fuerza.

Ahora se debe colocar la regla a modo de corroborar que al mover ligeramente hacia un lado y otro de la posición vertical del brazo, de tal forma que la zapata tome contacto por un borde y el otro a cada lado de las marcas de la regla graduada.

Una vez realizados los procedimientos anteriores se debe llevar el brazo a la posición horizontal y listo para cerrarlo. Luego se moja la superficie que barrerá la zapata con abundante agua. Luego se obtura el botón de accionamiento y se suelta el brazo libremente.

Se debe registrar la temperatura del agua para cada punto de medición, cada vez que el recipiente se llene con agua nuevamente.

La aguja indicará el valor obtenido en el ensayo la que debe ser registrada. En caso de que sea la primera medición del día se debe calentar previamente la zapata realizando el ensayo como mínimo 5 veces y sin mojar la superficie, antes de la realización de las mediciones. Realizarán 5 mediciones en cada punto, esto podrá extenderse si no se observa que los valores obtenidos fluctúan en un rango que no difiera en más de 5 puntos, de una determinación a otra, de lo contrario se debe proceder a recalibrar el equipo, chequeando la calibración del 0, hasta lograr que esto ocurra procediéndose a efectuar la medición nuevamente; de lo contrario deben detenerse las mediciones y llevar el equipo a un mantenimiento mayor. Debe tenerse en cuenta que no se deben realizar mediciones con este equipo en presencia de lluvia debido a que es posible que los tornillos de calibración del 0 se mojen, imposibilitando al equipo poder calibrarlo y obteniéndose lecturas erróneas al realizar mediciones en estas condiciones.

Otro factor climático sobre el cual se deben tomar las medidas correspondientes es el viento ya que la aguja no tiene ningún sistema de fijación, más bien trabaja libremente y debido al viento esta altera su recorrido llevando a lecturas erróneas para la medición. En este caso se debiera considerar la posibilidad de usar algún elemento que impida que el viento llegue directamente sobre el equipo.

Para efectos de estudios el equipo puede ser posicionado en cualquier dirección ya sea transversal o en algún ángulo determinado según sea el sentido del tránsito. Es así como, en los pavimentos con tratamientos de cepillado o ranurado, es conveniente posicionar el péndulo en 20° respecto del desplazamiento de los vehículos. Del mismo modo, si las combinaciones de pendiente y paralelo dificultan la nivelación del equipo, éste debe ser dispuesto en un ángulo tal que permita realizarse la medición. Ahora bien, las condiciones de temperatura de la superficie del pavimento deben encontrarse en un rango de 5°C a 40°C, ya que este efecto altera las mediciones. Esto inhabilita la opción de la determinación de este indicador en pavimentos con escarcha o nieve en su superficie, excepto que se trate de algún estudio en particular.

**PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

El péndulo una vez montado, como se indica en el numeral 5.1 se coloca en el punto de ensayo elegido de modo que la vertical del centro de la zapata coincida con el punto marcado, y que la dirección de barrido sea la elegida. Seguidamente se procede a su nivelación (Nota 4) tal como se especifica en el numeral 5.1.3.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054) 3328140 Anexo 2901



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIF 77190



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIF 84222  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
 "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



**Nota 4.** Cuando el péndulo no haya sido utilizado en las ocho horas anteriores a un ensayo, antes de efectuar cualquier serie de medidas se realizarán cinco disparos sobre una zona de pavimento sometida al tránsito.

Comprobando el cero del aparato como se indica en el numeral 5.1.4, se ajusta la altura de la cabeza del péndulo de forma que la zapata de goma en su contacto sobre la superficie del pavimento, recorra una longitud entre 124 y 127 mm. Se deja el brazo del péndulo (D) libre y en su vertical accionando la palanca de elevación (P), con lo que se elevará la zapata de goma. Se baja entonces la cabeza del aparato, sin mover el brazo del péndulo de su posición vertical, hasta que la zapata justamente toque la superficie a medir. Se fija ahora la cabeza del aparato. Se hace oscilar en forma manual el brazo del péndulo hasta que la zapata toque justamente los bordes de la superficie de ensayo, primero a un lado y luego al otro de la vertical. La longitud de rozamiento será la distancia entre los dos bordes de contacto S y S', Figura 02, en el recorrido de la zapata sobre la superficie a medir. La longitud de rozamiento correcta se comprueba usando la regla graduada, Figura 07, descrita en el numeral 4.7.1. Todo roce de la zapata al moverse a través de la superficie de contacto deberá ser siempre evitado usando la palanca de elevación (P). Siempre que sea preciso, la corrección de la longitud de rozamiento se efectuará mediante una ligera elevación o descenso vertical de la cabeza del péndulo.

Una vez montado el aparato, comprobada la medida del cero y controlada la longitud de rozamiento de la zapata, se coloca el brazo del péndulo y la aguja indicadora en su posición correcta de disparo. La superficie de pavimento a ensayar se limpia con el cepillo que se indica en el numeral 4.7.4 asegurándose que quede libre de partículas sueltas.

Antes de efectuar las medidas de ensayo, se humedece la zapata con abundante agua limpia y se moja la superficie del pavimento, extendiendo el agua sobre el área de contacto ayudándose con el cepillo. Se procede entonces a la realización de las medidas correspondientes, dejando caer libremente desde su posición de disparo el brazo del péndulo que arrastra la aguja, anotándose la lectura marcada por ésta, en la escala (K) y redondeando al número entero más próximo. Después de cada disparo y medida, el brazo del péndulo y la aguja se vuelven a su posición de disparo. La medida se repite cuatro veces sobre cada punto de ensayo y operando siempre en las mismas condiciones, volviendo a mojar con agua a la temperatura ambiente la superficie de ensayo antes de cada disparo. Si las lecturas de las cuatro medidas no difieren en más de tres unidades, se anotan los valores medidos como valor efectivo de la lectura en el punto ensayado. Si la diferencia entre las 4 lecturas es mayor de 3 unidades BPN (British Pendulum Number), se continúa realizando medidas hasta que tres consecutivas den la misma lectura, en cuyo caso se toma esta última secuencia como valor efectivo de las lecturas en el punto ensayado.

Se mide la temperatura ambiente en el punto de ensayo, colocando el termómetro próximo sobre el pavimento y a la sombra. Asimismo, se anota la temperatura del agua, cuyo recipiente debe estar a la intemperie durante la ejecución del ensayo.

Después de un determinado número de mediciones efectuadas con el péndulo, 5 a 6 puntos de ensayo, se debe realizar una nueva comprobación del cero.

Registro de Mediciones con Péndulo Británico							
Proyecto			Fecha:		Operador		
			Registro (BPN)				Observaciones
Km	Pista	T [°C]	1	2	3	4	

**PROCEDIMIENTO DE EVALUACION**

Deben distinguirse los controles de tipo receptivos y los de estudio, esto debido a que en ambos existen consideraciones especiales.

Con respecto a la cantidad de puntos a auscultar, ésta dependerá de la longitud del tramo, de los sectores homogéneos y del estudio que se quiera efectuar.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2001



Walter Fuentes Velásquez  
 Ing. Civil  
 CIP. 67222  
 Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



17

Este indicador deberá cumplir con los mínimos exigidos en todo el ancho de la pista, aunque, para efectos de recepción, se determinará como espacio muestral prioritario el sector de las huellas, principalmente la huella externa o derecha según el desplazamiento de los vehículos.

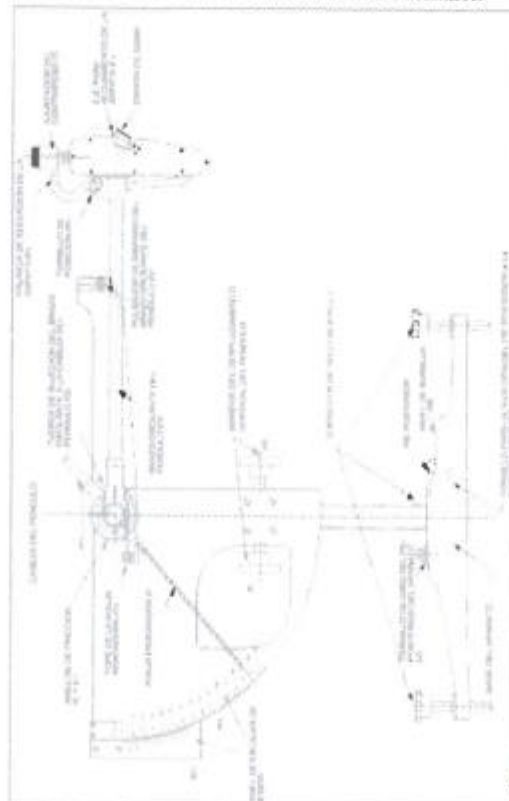
Para el caso de la realización de estudios se aconseja la siguiente metodología para la obtención de la fricción del sector experimental. Se debe realizar una inspección visual del lugar con el fin de determinar los sectores uniformes. Si el tramo experimental es mayor a 5 km se recomienda realizar 4 mediciones por km/pista, si es menor que 5 km se recomienda un punto cada 100 m; cabe señalar que éstas son sólo recomendaciones y para efectos de estudio puede variar la densidad de puntos a auscultar.

Para los controles de tipos receptivo, en contratos tradicionales y concesionados en vías interurbanas, se deberán tomar 10 puntos por km/pista posicionando el péndulo en la huella derecha de la pista. Por su parte, en proyectos urbanos, deberá tomarse 20 puntos por km/pista. Así se determina el valor de la fricción en este punto. Se hace hincapié que este parámetro es adimensional, por lo que se adopta en este caso como unidad la característica del equipo con que se controla, en este caso es BPN, British Pendulum Number, cuya traducción al castellano es Número de Péndulo Británico y con que se identificará el valor de la fricción obtenido con este equipo.

**CALCULOS E INFORME**

BPN, son las siglas correspondientes a British Pendulum Number (Número de Péndulo Británico). Esta es la unidad en que se mide el coeficiente de roce del pavimento, cuyo rango va desde 0 a 100. El resultado del ensayo de resistencia al deslizamiento se expresa en tanto por uno, en forma de:

Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (CRD) = Lectura efectiva de BPN/ 100. Las medidas efectuadas sobre pavimentos están siempre afectadas por las variaciones de temperatura de la zapata y de la superficie ensayada. La uniformidad de las medidas a realizar, bajo cualquier condición climática, exige una corrección del coeficiente obtenido mediante el gráfico de la Figura 08, para expresar los resultados a 20 °C. Los valores obtenidos se informan con dos decimales.



*[Firma]*  
Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 54222  
Residente de Obra

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Puercaputa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

*[Firma]*  
ING. CIVIL  
CIP 77190

17



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
 "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



16

Figura 1: Péndulo del TRRL

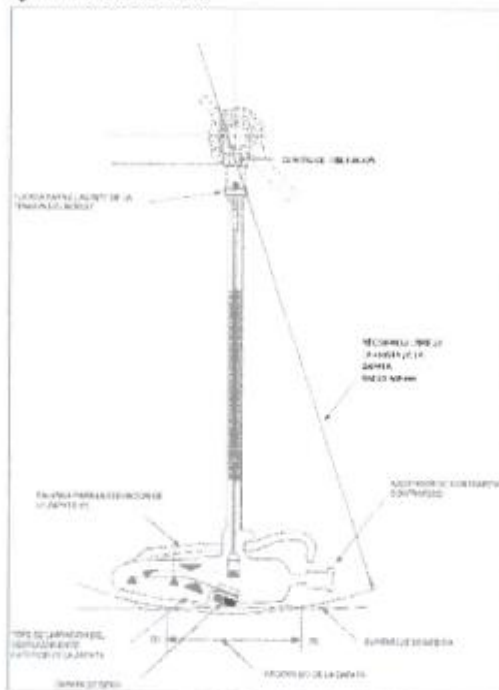
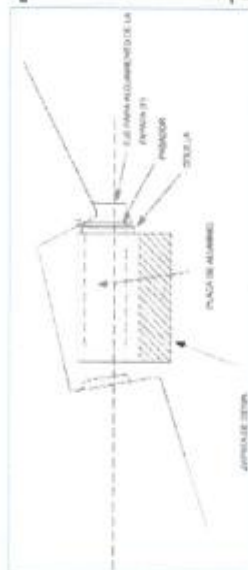


Figura 2: Detalle del brazo del péndulo



[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velasquez  
 Ing. Civil  
 CIP 44322  
 Residente en Perú

Dante Caballero C.  
 ING. CIVIL  
 CIP 77190

16



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
 "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



15

Figura 3: Detalle de la disposición de la zapata de goma

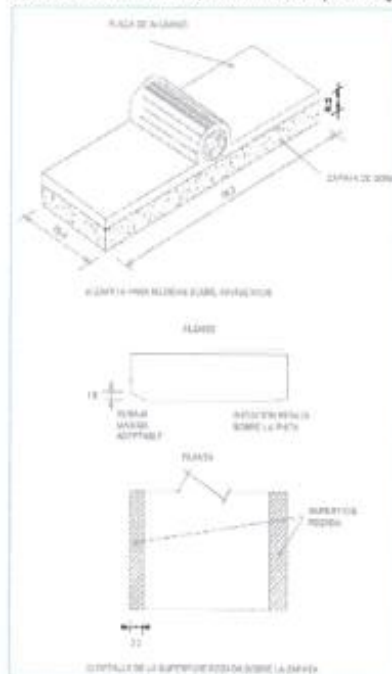
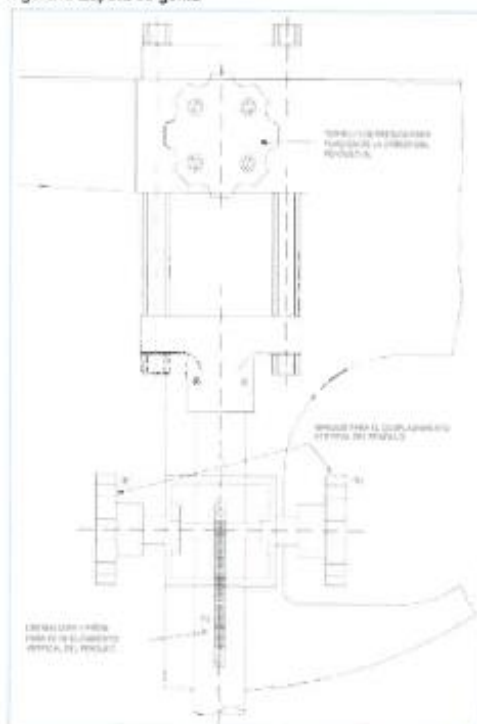


Figura 4: Zapata de goma



[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Peru Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

  
**Dante Caballero C.A.**  
 ING. CIVIL  
 CIP 77190

  
**Walter Fuentes Velásquez**  
 Ing. Civil  
 CIP 84222  
 Residente de Obra

15





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
 GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
 SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
 "Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Figura 5: Detalle del dispositivo de desplazamiento vertical del péndulo

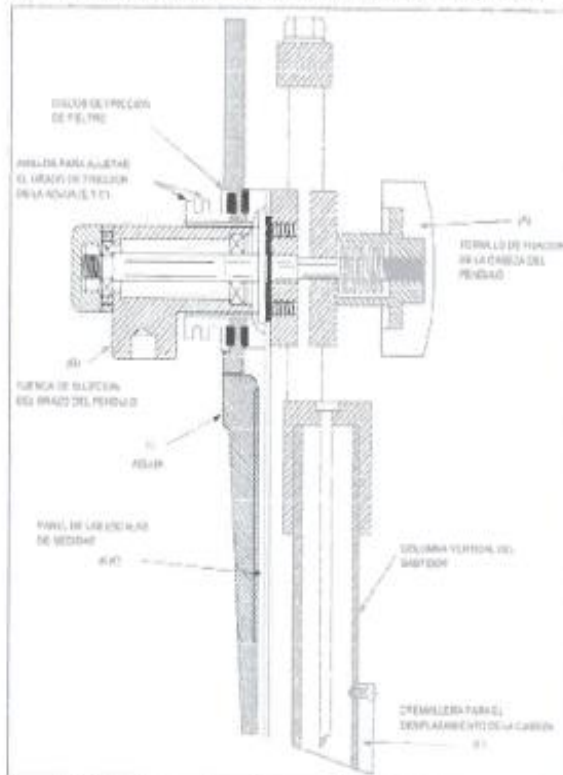


Figura 6: Detalle del mecanismo de suspensión del péndulo



Figura 7: Regla graduada para ajustar la longitud de medida sobre la superficie de ensayo

**CORRECCION A APLICAR AL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO A DISTINTAS TEMPERATURAS  
 PARA OBTENER EL VALOR CORRESPONDIENTE A 20 °C**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901



Walter Fuentes Velásquez  
 Ing. Civil  
 CIP / 4222  
 Residente de Obra



Dante Caballero Cuervo  
 ING. CIVIL  
 CIP 77190

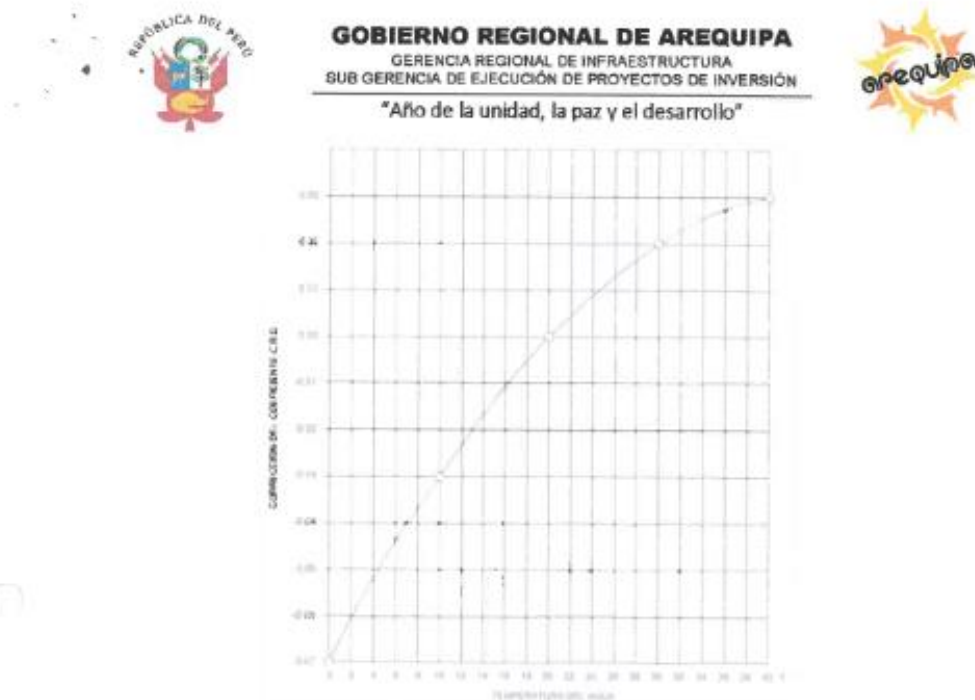


Figura 8

#### Y. RUGOSIDAD

Irregularidades del perfil longitudinal de una vía que provocan vibración en los vehículos que la recorren. Es la desviación de la superficie respecto a una superficie plana, afectando la calidad al andar.

#### INDICE DE REGULARIDAD SUPERFICIAL

Actualmente la regularidad superficial de un pavimento se mide por medio del índice de rugosidad o regularidad Internacional, mas conocido como IRI. El IRI fue concebido como una unidad universal para medir la rugosidad de un pavimento, cuyas medidas se dan en m/km.

Este sistema funciona por medio de un modelo matemático denominado "cuarto de carro" que interpreta el comportamiento de un vehículo según el perfil longitudinal de un pavimento. Este sistema hace posible que distintos equipos de medición puedan brindar los mismos valores por medio de correlaciones y calibraciones.

#### Normas

Normas AASHTO PP 37-04 Práctica estándar para la determinación del índice de rugosidad internacional (IRI) para cuantificar la rugosidad de los pavimentos.

Esta práctica describe un método para estimar la rugosidad de una sección de pavimento. Una estadística del índice de rugosidad internacional (IRI) se calcula a partir de un único perfil longitudinal medido con un perfilador de caminos tanto en el interior como en el exterior como en el exterior del aminor de ruedas del pavimento. El promedio de estas dos estadísticas de IRI se informa como la rugosidad de la sección de pavimento.

Norma INVE-790-13 Determinación del índice internacional de rugosidad (IRI) para medir la rugosidad (irregularidades de la superficie)

Esta norma describe un procedimiento para estimar la rugosidad de una sección de pavimento, mediante el índice Internacional de Rugosidad (IRI). El IRI se calcula a partir de la medición del perfil longitudinal de

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2000

Walter Fuentes Velásquez  
 Ing. Civil  
 CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
 Ing. Civil  
 CIP 77190



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



las huellas externa e interna de la circulación del tránsito en un pavimento, empleando un perfilómetro. Con el fin de contribuir en la producción de estimaciones consistentes del IRI para los programas de administración de pavimento a nivel de red.

Este método debe desarrollar un plan de aseguramiento de calidad. El plan debe incluir registros sobre certificación del personal que realiza los ensayos, sobre la exactitud del equipo, sobre los procedimientos diarios del control de calidad.

**Singularidad superficial**

Cualquier alteración del perfil longitudinal del camino que no provenga de fallas constructivas y que incremente el valor del IRI en el tramo en que se encuentra. Entre ellas se pueden citar puentes, reductores de velocidad, tapas de alcantarillas, cuñas, cruces de calles y otras, que por diseño geométrico alteren el perfil del camino.

**Perfil longitudinal**

Se llaman perfil longitudinal al grupo de desviaciones de la superficie del pavimento perpendiculares en relación a un horizontal tomando a lo largo del carril de circulación.

**Fallas superficiales**

Los datos que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en 4 categorías:

- Fisuras
- Deformaciones
- Pérdida de capa estructural
- Daños superficiales

Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diferentes factores, se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla.

**Pavimentos flexibles**

Está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase.

**Maquina rugosímetro Merlin**

El rugosímetro MERLIN fue diseñado en el Instituto británico, llamado así debido a su acrónimo M = Machine; E = Evaluating; R = Roughness; L = Low cost; IN = Instrumentation, es un equipo diseñado específicamente para la medición de la rugosidad del pavimento, siendo una variación del perfilómetro estático. Plegable, para fácil embalaje y transporte.

**Z. MEDIDA DE LA DEFLEXION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN**

**OBJETO**

Detallar el procedimiento para determinar con una viga Benkelman la deflexión o deformación recuperable, el radio de curvatura y el cuenco de deflexiones de un pavimento flexible, producidos por una carga estática. Para tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de llantas, espaciamiento entre ruedas duales y presión de inflado están normalizadas.

**FINALIDAD Y ALCANCE**

La deflexión, es la deformación elástica que sufre un pavimento bajo la acción de una carga rodante normalizada. Mediante ella es posible evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido a las sollicitaciones del tránsito que lo utiliza.

El campo de aplicación de estas mediciones es muy amplio, empleándose principalmente para determinar la vida útil remanente de un pavimento, evaluar estructuralmente los pavimentos con fines de mantenimiento, mejoramiento o rehabilitación, evaluar los métodos de diseño de pavimentos y control de ejecución de obras, evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido a las sollicitaciones del tránsito que lo utiliza, y establecer si éste presenta suficiencia sin presentar fatiga estructural creciente.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054) 882 5000

ING. CIVIL  
CIP 77150



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 54722  
Residente de Obra





GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



El método consiste en medir la deformación producida en la superficie del pavimento por la aplicación de una carga normalizada.

El dispositivo mecánico utilizado es la Viga Benkelman de brazo simple o doble, equipo que mide los desplazamientos verticales de un punto de contacto situado entre las ruedas duales del eje de carga, para una presión de inflado en los neumáticos de 80 psi y una carga de 8.2 t en el eje posterior del camión. La superficie de pavimento a medir mediante este método debe estar seca y libre de suciedad o material suelto que, bajo tránsito normal, será removido.

#### REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM D 4895: "Standard Guide for General Pavement Deflection Measurements".

#### EQUIPO

Viga simple de un solo brazo con su correspondiente dial (al 0,01 mm y recorrido de 12 mm) y las siguientes características:

De acuerdo al esquema de la Figura 01, la viga consta esencialmente de dos partes:

1. Un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante tres apoyos: dos delanteros fijos A y uno trasero regulable B.
2. Un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro o pivote C, uno de cuyos extremos se apoya sobre el terreno - punto D; y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago del dial de movimiento vertical - punto E ( $DC = 2,44\text{m}$ ,  $CE = 0,61\text{m}$ ). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabaje y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas.

El extremo D o punta de la viga es de espesor tal que puede ser colocado entre una de las llantas dobles del eje trasero del camión cargado. Por el peso aplicado se produce una deformación del pavimento, consecuencia de lo cual la punta baja una cierta cantidad, con respecto al nivel descargado de la superficie. Como efecto de dicha acción el brazo DE gira en torno al punto fijo C, con respecto al cuerpo AB, determinando que el extremo E produzca un movimiento vertical en el vástago, generando así una lectura en el dial. Si se retiran luego las llantas cargadas, el punto D se recupera en lo que a deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial.

La operación expuesta representa el "principio de medición" con la Viga Benkelman. Lo que se hace después son sólo cálculos en base a los datos recogidos. Así, con las dos lecturas obtenidas es posible determinar cuánto deflectó el pavimento en el lugar subyacente al punto D de la viga, durante el procedimiento descrito. Es de anotar que en realidad lo que se mide es la recuperación del punto D al remover la carga (rebote elástico) y no la deformación al colocar ésta. Para calcular la deflexión deberá considerarse la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el dial - EE' no están en escala real, sino que dependen de la relación de brazos existentes (Figura 01).

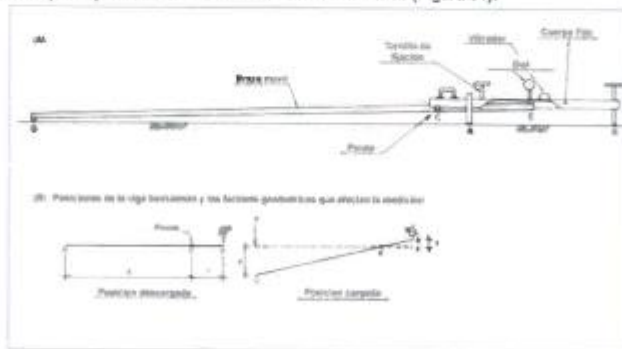


Figura 1

Viga Benkelman de doble brazo con sus correspondientes diales (al 0,01 mm y recorrido de 12 mm) y las siguientes dimensiones:

- Longitud del primer brazo (brazo largo), desde el pivote al punto de prueba es 2,44 m.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)3828600 Anexo 2901

Ing. Civil  
CIP 77190

Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



- Longitud del primer brazo (brazo largo), desde el pivote al punto de apoyo del vástago del dial es 0,61m.
- Longitud del segundo brazo (brazo corto), desde el pivote al punto de prueba es 2,19m.
- Longitud del segundo brazo de ensayo, desde el pivote al punto de apoyo del vástago de su dial registrador = 0,5475 m

La única diferencia entre la viga Benkelman simple y de doble brazo, radica en el segundo brazo adicional (brazo corto), cuyo punto de apoyo sobre el terreno se encuentra a 25 cm de distancia del primer brazo (brazo largo).

Un camión para ensayo con las siguientes características, el eje trasero pesará en la balanza 8,2 toneladas, igualmente distribuidos en sus ruedas duales y estará equipado con llantas de caucho y cámaras neumáticas. Las llantas deberán ser 10" x 20"; 12 lonas e infladas a 5,6 kg/cm<sup>2</sup> (80 libras por pulgada cuadrada). La distancia entre los puntos medios de la banda de rodamiento de ambas llantas de cada rueda dual debe ser de 32 cm.

Reloj convencional con indicador de segundos.

Termómetro convencional o sistema de termopares con escala de -10 °C a 50 °C precisión de 1°C.

Manómetro, que disponga de una boquilla adecuada para medir la presión de inflado.

Cinta métrica, de 25 m de longitud. Puede sustituirse con ventaja por un cuenta metros y una cinta métrica de bolsillo de 2 ó 3 m de longitud.

Martillo y clavos de acero, o taladro, adecuados para practicar orificios en el pavimento hasta 5 cm de profundidad.

Cuña o calzo de parada, de chapa metálica o de madera.

Tizas y pintura para marcar el pavimento. Silbato y otro avisador acústico.

Aceite o material de similar inercia térmica y viscosidad.

#### PROCEDIMIENTO

El punto del pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea será localizado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde. Se recomienda utilizar las distancias indicadas en la Tabla 01.

Tabla 1

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
2,70 m	0,45 m
3,00 m	0,60 m
3,30 m	0,75 m
3,60 m o más	0,90 m

La rueda dual externa del camión deberá ser colocada sobre el punto seleccionado; para la correcta ubicación de la misma, deberá colocarse en la parte trasera extrema del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga. Desplazando suavemente el camión, se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en 5.1 de modo que simultáneamente el punto quede entre ambas llantas de la rueda dual.

#### VIGA SIMPLE

Una vez localizado el lugar donde se realizará el ensayo, se coloca la llanta a usarse sobre el punto de manera tal que éste coincida aproximadamente con el eje vertical del centro de gravedad del neumático (punto D).

Para esta operación es aceptable una tolerancia en el rango de 3 pulgadas alrededor del punto. Estacionados los neumáticos se inserta entre ellos el extremo del brazo móvil de la viga colocándolo nuevamente sobre el punto de ensayo seleccionado. Dado que esto último se dificulta por la inaccesibilidad tanto visual como manual, se realizará previamente la siguiente operación: Se coloca la Viga en la posición como si estuviera entre las llantas, pero en la parte exterior de las mismas, haciendo coincidir, empleando

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Centro Velasco - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382840 Anexo: 2401

*Dante Caluero*  
Ing. Civil  
CIP 77190



*Walter Fuentes Velásquez*  
Ing. Civil  
CIP 64222  
Residente de Obra



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**

GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



una plomada, el extremo del brazo móvil con el eje vertical del centro de gravedad. Tomando como punto de referencia una varilla vertical adosada a la parte trasera del camión, se efectúa una marca en la viga de manera tal que, en adelante, basta con hacerlas coincidir (la marca con la varilla vertical) para asegurarse que el extremo de la viga coincide con el centro de las llantas, en el momento de iniciar las mediciones.

De igual forma con la finalidad de obtener el cuenco de deflexiones, se puede efectuar, a partir de la primera, sucesivas marcas a distancias elegidas a las cuales se desee medir deflexiones adicionales (puede ser a 30, 40 y 70 cm). Para la metodología de análisis se requiere de por menos tres lecturas, pero se pueden obtener más con fines de verificación, lo cual es recomendable, o si es que se desea tener una idea gráfica del tipo de curvas de deflexiones que se producen.

Como norma se realiza la primera marca adicional a una distancia tal que la deflexión que se obtenga en ese punto sea la mitad de la deflexión máxima (obtenida en la marca inicial). La segunda marca adicional se realiza al doble de la distancia de la primera marca adicional. Estas dos distancias se determinarán específicamente para cada proyecto de evaluación que se emprenda. Esto deberá hacerse por medio de tanteos previos, antes de comenzar la recolección masiva de datos. Es común que se observen variaciones durante la realización de los ensayos, pero no deberá hacerse modificaciones mientras que las deflexiones tomadas en la primera marca adicional estén en el rango entre 35% y 65% de la deflexión máxima.

Una vez instalada la viga en el punto de medición haciendo coincidir con la varilla vertical y la marca inicial, se verificará que ésta se encuentre alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión. Se pondrá el dial en cero, se activará el vibrador y mientras el camión se desplaza muy lentamente se procederá a tomar lecturas conforme la varilla vertical vaya coincidiendo con la primera y las marcas adicionales y una lectura final cuando el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo que el indicador del dial ya no tenga movimiento, registro que corresponde al punto de referencia con deflexión cero.

**VIGA DOBLE**

Se coloca la viga sobre el pavimento, detrás del camión, perpendicularmente al eje de carga, de modo que la punta de prueba del primer brazo coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las llantas de la rueda dual.

Se liberan los seguros de los brazos y se ajusta la base de la viga por medio del tornillo trasero, de manera que los dos brazos de medición queden en contacto con los diales.

Se ajustan a los diales de modo que sus vástagos tengan un recorrido libre comprendido entre 4 y 6 mm.

Se giran las circunferencias de los diales hasta que las agujas queden en cero y se verifica la lectura golpeándolos suavemente con un lápiz. Girar la circunferencia si es necesario y repetir la operación hasta obtener la posición 0 (cero).

Se pone en marcha el cronómetro y vibrador, se hace avanzar suave y lentamente el camión; se leen los diales cada 60 segundos. Cuando dos lecturas sucesivas de cada uno de ellos no difieran en más de 0,01 mm, se da por finalizada la recuperación, registrándose las últimas lecturas observadas (L0 y L25).

Con el fin de medir la temperatura del pavimento se practica un orificio (antes de comenzar el ensayo y simultáneamente con el trazado de la línea), cuyas dimensiones serán: 4 cm de profundidad y 10 mm de diámetro, aproximadamente, emplazado sobre la línea paralela al eje del camión, que pasa por el punto de determinación de la deflexión y a 50 cm del mismo, en el sentido de avance del camión. Se llena con aceite no menos de 10 minutos antes de iniciar el ensayo, se inserta el termómetro y se lee la temperatura, retirando el mismo antes del desplazamiento del camión.

El rango de temperatura de trabajo deberá quedar dentro de los siguientes límites:

- Límite inferior: 5 °C
- Límite superior: 35 °C

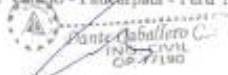
No obstante, el límite superior indicado en el párrafo 5.5, el ensayo no se deberá efectuar a temperaturas inferiores si ellas producen deformación plástica entre ambas llantas de la rueda dual.

Para detectar si dicha deformación se produce, se deberá proceder de la siguiente forma:

Una vez registradas las lecturas L0 y L25, se hace retroceder suave y lentamente el camión hasta que la rueda dual externa quede colocada sobre el punto de ensayo, observando la marcha en la aguja del dial. Si alcanzada cierta posición la aguja se detiene y luego se observa un desplazamiento en sentido contrario, como si se produjera la recuperación del pavimento, ello indica que existe deformación plástica medible entre ambas llantas de la rueda dual. Esa aparente recuperación puede ser. Debida, también, al hecho de que el radio de acción de la carga del camión afecte las

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Pucallpa - Perú Teléfono (054)382860 Anexo 2901



Walter Fuentes Velásquez  
Ing. Civil  
C.F. 84222  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



patas de la viga (ver numeral 5.6.2).

Tampoco deberá efectuarse el ensayo si, aun cuando no se detectara deformación plástica mediante el procedimiento recién indicado, se constatará que el radio de acción de la carga del camión afecta las patas de la regla, para lo cual se procederá de la siguiente forma:

Una vez registradas las lecturas de los diales, se hace retroceder lentamente el camión observando el dial del primer brazo. Cuando se observe que el dial comienza a desplazarse acusando la deformación producida por la carga, se marca sobre el pavimento la posición de la guía vertical mencionada en el párrafo 5.2 y se detiene el retroceso del camión.

Se mide la distancia entre la punta de prueba del primer brazo y la marca practicada sobre el pavimento, de acuerdo con lo indicado antes. Sea  $d$  esa distancia, si  $d$  es mayor de 2,40 m, la acción de la carga del camión afecta las patas de la viga.

### CALCULOS

#### VIGA SIMPLE

Se debe calcular la diferencia entre la lectura inicial y la lectura final. Para el caso de la deflexión a 25 cm, se debe encontrar la diferencia entre la lectura a 25 cm y la lectura final, lo mismo se realiza para las deflexiones tomadas a cualquier distancia.

$$D = (LF - LR) \times RB$$

D : Deflexión a la distancia R, expresada en 0.01 mm.

LR : Lectura a la distancia R

LF : Lectura máxima

RB : Relación de brazos de la viga Benkelman (normalmente es 1:2 ó 1:4)

#### VIGA DOBLE

Cuando las medidas se toman con viga doble el cálculo es directo, es decir se multiplican las lecturas por a relación de brazos de la viga Benkelman doble. Asimismo, la diferencia entre la viga simple y la doble, radica en que con la viga doble solamente se toman las lecturas en el eje de carga y a 25 cm del mismo.

$$D = LD \times RB$$

D : Deflexión, expresada en 0.01 mm.

LD : Lectura del dial.

RB : Relación de brazos de la viga Benkelman (normalmente es 1:2 ó 1:4)

Nota 1: El valor 4 usado para el cálculo de las deflexiones obedece a que la relación de longitudes de brazo indicadas es 4. En caso de que la viga utilizada tenga una relación diferente, se aplicará la relación de brazos que corresponde.

El radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula con la expresión independientemente de la viga utilizada:

$$RC = \frac{3125}{(D_o - D_{25})} \text{ (Expresado en m)}$$

### INFORME

Para cada ensayo, el informe deberá incluir la progresiva de la prueba, el estado superficial, el espesor y la temperatura del pavimento, las deflexiones y el radio de curvatura.

Para la aplicación de corrección de las deflexiones por efecto de la temperatura y estacionalidad utilizar los procedimientos establecidos en el CONREVAL o Instituto del Asfalto.

#### 5.3. PRODUCTOS A OBTENER (ENTREGABLES):

El contratista deberá presentar dos informes técnicos, firmados y sellados por el Ingeniero responsable, que serán presentados en 02 juegos originales en físico y 02 ejemplares en formato digital editable en CD.

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo



Walter Fariñas Velásquez  
Ing. Civil  
Residente de Obra

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA

Inspector General de Obra  
Ing. Dante Caballero Cuba  
C.R. 77190  
INSPECTOR DE OBRA



**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



- Primer entregable a los treinta (30) días calendario, con la ejecución del 50% del servicio, contabilizado a partir del día siguiente de suscrito el contrato y/o notificada la Orden de Servicio.
- Segundo entregable a los sesenta (60) días calendario, con la ejecución del 100% del servicio, contabilizado a partir del día siguiente de suscrito el contrato y/o notificada la Orden de Servicio.

Los informes técnicos deberán contener la siguiente información:

- Informe detallado de actividades realizadas.
- Análisis de los resultados de los ensayos realizados.
- Panel fotográfico de la ejecución del servicio.

**5.4. REQUISITOS DEL PERSONAL CLAVE:**

**Especialidad :** Ingeniero civil.

**Experiencia :** Haber ejercido el cargo de Especialista de Suelos y/o Pavimentos con una experiencia no menor a cinco (05) años de experiencia computados desde la obtención del Título.

**Dedicación :** A tiempo completo, durante la prestación del servicio. No podrá ocupar otro puesto dentro de la organización.

**Función :** Responsable de planificar, organizar, dirigir, ejecutar y controlar, las actividades integrales del contrato de servicios, así como ejercer el control de calidad de la preparación, colocación y pos colocado de la carpeta asfáltica; cumplir con el Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo acorde a las normativas vigentes. Será responsable de administrar la ejecución de las órdenes de trabajo y su reporte respectivo, asumir la representatividad de la contratista en la administración contractual del servicio y ser responsable de entregar toda la documentación necesaria para el dossier de calidad final del asfalto.

**5.5. REQUISITOS Y PERFIL QUE DEBE CUMPLIR EL PROVEEDOR:**

- Persona natural y/o jurídica.
- RUC activo y vigente.
- RNP activo y vigente.
- Contar con código de cuenta interbancaria (CCI).
- No tener impedimento de contratar con el estado.

**6. PLAZO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO:**

El plazo de ejecución del servicio es de sesenta (60) días calendario, contabilizado a partir del día siguiente de suscrito el contrato y/o notificada la Orden de Servicio.

**7. LUGAR DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO:**

El lugar de ejecución del presente servicio será en las instalaciones del proveedor y en la obra "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACIÓN VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES - VÍA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA - VÍA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACIÓN, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA DE AREQUIPA - REGIÓN AREQUIPA" COMPONENTE VÍAS TRAMO III.

**8. REQUISITOS DE HABILITACIÓN**

Si corresponde.

**9. SISTEMA DE CONTRATACION:**

Suma alzada.

**10. GARANTÍA MÍNIMA DEL SERVICIO:**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

Walter Fuentes Velasquez  
Ing. Civil  
CIP: 64222  
Residente de Obra

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
  
Ing. Dante Carlos Cero Cuba  
CIP: 77190  
INSPECTOR DE OBRA





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



Plena operatividad y calibración vigente de los equipos de laboratorio y/o campo.  
Presencia permanente en planta de asfalto y en obra.  
Personal calificado y entrega de informes diarios.  
El personal debe contar con los implementos de seguridad correspondiente y examen médico ocupacional vigente así también como el seguro complementario de trabajo de riesgos (SCTR).

**11. CONFORMIDAD DEL SERVICIO:**

La conformidad del servicio será otorgada por el Residente e Inspector de obra, en un plazo no mayor a 07 días calendario de finalizado el servicio.

**12. FORMA DE PAGO**

La Entidad realizará el pago de la contraprestación pactada a favor del contratista en PAGOS PARCIALES (02 armadas) según valorización mensual (entregables), previa conformidad emitida por el Residente de Obra e Inspector de Obra.

Para efectos del pago de las contraprestaciones ejecutadas por el contratista, la Entidad debe contar con la siguiente documentación:

- Informe del funcionario responsable del Residente de Obra e Inspector de Obra, emitiendo la conformidad de la prestación efectuada.
- Comprobante de pago.

Dicha documentación se debe presentar en mesa de partes de la entidad, sito en Av. Unión N° 200 Urb. Cesar Vallejo Paucarpata – Arequipa – Arequipa.

**13. PRESTACIONES ACCESORIAS:**

No corresponde

**14. COMPROMISO ANTICORRUPCIÓN:**

EL CONTRATISTA declarará y garantizará no haber, directa o indirectamente, o tratándose de una persona jurídica a través de sus socios, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores o personas vinculadas a las que se refiere el artículo 7 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, ofrecido, negociado o efectuado, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato.

Asimismo, el CONTRATISTA se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente o a través de sus socios, accionistas, participacionistas, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores y personas vinculadas a las que se refiere el artículo 7 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

Además, el CONTRATISTA se comprometerá a i) comunicar a las autoridades competentes, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y ii) adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

**15. CONFIDENCIALIDAD:**

De acuerdo al cumplimiento de las políticas y estándares definidos por el Gobierno Regional de Arequipa, en materia de seguridad de la información, se indica procedente la confidencialidad y reserva absoluta en el manejo de información a la que se tiene acceso, esta comprende la información entregada como generada durante la ejecución de la prestación, esta incluye documentos, cálculos, planos, documentos y demás materiales recibidos por el Contratista.

**16. PENALIDADES:**

Se aplicará la penalidad por incumplimiento de la entrega del bien o servicio, según lo dispuesto en el Artículo 161 y 162 del Reglamento de la Ley de Contrataciones con el Estado.

**17. SUPERVISIÓN Y/O MEDIDAS DE CONTROL DURANTE LA EJECUCIÓN**

El control del servicio a realizar, estará a cargo del residente y supervisor de obra.

**18. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA POR VICIOS OCULTOS:**

[www.regionarequipa.gob.pe](http://www.regionarequipa.gob.pe)

Dirección: Av. Unión Nro. 200 Urb. Cesar Vallejo - Paucarpata - Perú Teléfono (054)382860 Anexo: 2901

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
Ing. Daniel Cebalero Cuba  
CIP: 77190  
INSPECTOR DE OBRA

GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA  
Ing. Civil  
CIP: 84232  
Residente de Obra





**GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA**  
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA  
SUB GERENCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



La responsabilidad del proveedor por vicios ocultos será de 01 año, contado a partir de otorgada la conformidad por el Área Usuaria.

**19. FORMULA DE REAJUSTE:**

No corresponde.

**20. OTRAS CONDICIONES ADICIONALES:**

- Toda coordinación se realizará con el Residente de Obra.
- La acreditación de la colegiatura y habilitación del personal clave será para el inicio de su participación efectiva en el contrato.
- El proveedor deberá respetar los horarios de ingreso y salida dispuestos y publicados por Residencia.
- El proveedor deberá respetar en todo momento las disposiciones de seguridad que sean impartidas por el personal de seguridad de Obra y cumplir con el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo establecido por el Ingeniero de Seguridad de obra.
- El contratista será responsable de la dotación completa de implementos de seguridad, incluyendo su Equipo de Protección Personal, acordes a la normatividad vigente.
- El contratista deberá cumplir con los protocolos dispuestos en los Lineamientos COVID-19 vigentes.

**Importante**

*Para determinar que los postores cuentan con las capacidades necesarias para ejecutar el contrato, el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, incorpora los requisitos de calificación previstos por el área usuaria en el requerimiento, no pudiendo incluirse requisitos adicionales, ni distintos a los siguientes:*

**3.2. REQUISITOS DE CALIFICACIÓN**

<b>A</b>	<b>CAPACIDAD LEGAL</b>
	<b>HABILITACIÓN</b>
	<u>Requisitos:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Contar con acreditación vigente de laboratorio de ensayos y/o calibración por parte del Instituto Nacional de Calidad – INACAL.</li></ul>
	<b>Importante</b> <p><i>De conformidad con la Opinión N° 186-2016/DTN, la habilitación de un postor, está relacionada con cierta atribución con la cual debe contar el proveedor para poder llevar a cabo la actividad materia de contratación, este es el caso de las actividades reguladas por normas en las cuales se establecen determinados requisitos que las empresas deben cumplir a efectos de estar habilitadas para la ejecución de determinado servicio o estar autorizadas para la comercialización de ciertos bienes en el mercado.</i></p>
	<u>Acreditación:</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• Copia del certificado de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL.</li></ul> <b>Importante</b> <p><i>En el caso de consorcios, cada integrante del consorcio que se hubiera comprometido a ejecutar las obligaciones vinculadas directamente al objeto de la convocatoria debe acreditar este requisito.</i></p>

<b>B.3</b>	<b>CALIFICACIONES DEL PERSONAL CLAVE</b>
<b>B.3.1</b>	<b>FORMACIÓN ACADÉMICA</b>
	<p><u>Requisitos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con Título profesional de la carrera de Ingeniero Civil.</li> </ul> <p><u>Acreditación:</u></p> <p>El Título Profesional será verificado por el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda, en el Registro Nacional de Grados Académicos y Títulos Profesionales en el portal web de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU a través del siguiente link: <a href="https://enlinea.sunedu.gob.pe/">https://enlinea.sunedu.gob.pe/</a> o en el Registro Nacional de Certificados, Grados y Títulos a cargo del Ministerio de Educación a través del siguiente link: <a href="https://titulosinstitutos.minedu.gob.pe/">https://titulosinstitutos.minedu.gob.pe/</a>, según corresponda.</p> <p>En caso Título Profesional no se encuentre inscrito en el referido registro, el postor debe presentar la copia del diploma respectivo a fin de acreditar la formación académica requerida.</p>
<b>C</b>	<b>EXPERIENCIA DEL POSTOR EN LA ESPECIALIDAD</b>
	<p><u>Requisitos:</u></p> <p>El postor debe acreditar un monto facturado acumulado equivalente a S/. 96,000.00 (Noventa y Seis Mil con 00/100), por la contratación de servicios iguales o similares al objeto de la convocatoria, durante los ocho (8) años anteriores a la fecha de la presentación de ofertas que se computarán desde la fecha de la conformidad o emisión del comprobante de pago, según corresponda.</p> <p>En el caso de postores que declaren en el Anexo N° 1 tener la condición de micro y pequeña empresa, se acredita una experiencia de S/. 23,800.00 (Veinte Tres Mil Ochocientos con 00/100) por la venta de servicios iguales o similares al objeto de la convocatoria, durante los ocho (8) años anteriores a la fecha de la presentación de ofertas que se computarán desde la fecha de la conformidad o emisión del comprobante de pago, según corresponda. En el caso de consorcios, todos los integrantes deben contar con la condición de micro y pequeña empresa.</p> <p>Se consideran servicios similares a los siguientes: <b>Ensayos de laboratorio en obras de infraestructura vial y/o peatonal.</b></p> <p><u>Acreditación:</u></p> <p>La experiencia del postor en la especialidad se acreditará con copia simple de (i) contratos u órdenes de servicios, y su respectiva conformidad o constancia de prestación; o (ii) comprobantes de pago cuya cancelación se acredite documental y fehacientemente, con voucher de depósito, nota de abono, reporte de estado de cuenta, cualquier otro documento emitido por Entidad del sistema financiero que acredite el abono o mediante cancelación en el mismo comprobante de pago<sup>12</sup>, correspondientes a un máximo de veinte (20) contrataciones.</p> <p>En caso los postores presenten varios comprobantes de pago para acreditar una sola contratación, se debe acreditar que corresponden a dicha contratación; de lo contrario, se asumirá que los comprobantes acreditan contrataciones independientes, en cuyo caso solo se considerará, para la evaluación, las veinte (20) primeras contrataciones indicadas en el <b>Anexo N° 8</b> referido a la Experiencia del Postor en la Especialidad</p> <p>En el caso de servicios de ejecución periódica o continuada, solo se considera como experiencia la parte</p>

<sup>12</sup> Cabe precisar que, de acuerdo con la **Resolución N° 0065-2018-TCE-S1 del Tribunal de Contrataciones del Estado:**

*“... el solo sello de cancelado en el comprobante, cuando ha sido colocado por el propio postor, no puede ser considerado como una acreditación que produzca fehaciencia en relación a que se encuentra cancelado. Admitir ello equivaldría a considerar como válida la sola declaración del postor afirmando que el comprobante de pago ha sido cancelado”*

*(...)*

*“Situación diferente se suscita ante el sello colocado por el cliente del postor [sea utilizando el término “cancelado” o “pagado”] supuesto en el cual sí se contaría con la declaración de un tercero que brinde certeza, ante la cual debiera reconocerse la validez de la experiencia”.*

	<p>del contrato que haya sido ejecutada durante los ocho (8) años anteriores a la fecha de presentación de ofertas, debiendo adjuntarse copia de las conformidades correspondientes a tal parte o los respectivos comprobantes de pago cancelados.</p> <p>En los casos que se acredite experiencia adquirida en consorcio, debe presentarse la promesa de consorcio o el contrato de consorcio del cual se desprenda fehacientemente el porcentaje de las obligaciones que se asumió en el contrato presentado; de lo contrario, no se computará la experiencia proveniente de dicho contrato.</p> <p>Asimismo, cuando se presenten contratos derivados de procesos de selección convocados antes del 20.09.2012, la calificación se ceñirá al método descrito en la Directiva “Participación de Proveedores en Consorcio en las Contrataciones del Estado”, debiendo presumirse que el porcentaje de las obligaciones equivale al porcentaje de participación de la promesa de consorcio o del contrato de consorcio. En caso que en dichos documentos no se consigne el porcentaje de participación se presumirá que las obligaciones se ejecutaron en partes iguales.</p> <p>Si el titular de la experiencia no es el postor, consignar si dicha experiencia corresponde a la matriz en caso que el postor sea sucursal, o fue transmitida por reorganización societaria, debiendo acompañar la documentación sustentatoria correspondiente.</p> <p>Si el postor acredita experiencia de otra persona jurídica como consecuencia de una reorganización societaria, debe presentar adicionalmente el <b>Anexo N° 9</b>.</p> <p>Cuando en los contratos, órdenes de servicios o comprobantes de pago el monto facturado se encuentre expresado en moneda extranjera, debe indicarse el tipo de cambio venta publicado por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP correspondiente a la fecha de suscripción del contrato, de emisión de la orden de servicios o de cancelación del comprobante de pago, según corresponda.</p> <p>Sin perjuicio de lo anterior, los postores deben llenar y presentar el <b>Anexo N° 8</b> referido a la Experiencia del Postor en la Especialidad</p> <div data-bbox="316 1048 1401 1400" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Importante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Al calificar la experiencia del postor, se debe valorar de manera integral los documentos presentados por el postor para acreditar dicha experiencia. En tal sentido, aun cuando en los documentos presentados la denominación del objeto contractual no coincida literalmente con el previsto en las bases, se deberá validar la experiencia si las actividades que ejecutó el postor corresponden a la experiencia requerida.</i></li> <li>• <i>En el caso de consorcios, solo se considera la experiencia de aquellos integrantes que se hayan comprometido, según la promesa de consorcio, a ejecutar el objeto materia de la convocatoria, conforme a la Directiva “Participación de Proveedores en Consorcio en las Contrataciones del Estado”.</i></li> </ul> </div>
--	--

<div data-bbox="217 1525 1401 1995" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Importante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Si como resultado de una consulta u observación corresponde precisarse o ajustarse el requerimiento, se solicita la autorización del área usuaria y se pone de conocimiento de tal hecho a la dependencia que aprobó el expediente de contratación, de conformidad con el numeral 72.3 del artículo 72 del Reglamento.</i></li> <li>• <i>El cumplimiento de los Términos de Referencia se realiza mediante la presentación de una declaración jurada. De ser el caso, adicionalmente la Entidad puede solicitar documentación que acredite el cumplimiento del algún componente de estos. Para dicho efecto, consignará de manera detallada los documentos que deben presentar los postores en el literal e) del numeral 2.2.1.1 de esta sección de las bases.</i></li> <li>• <i>Los requisitos de calificación determinan si los postores cuentan con las capacidades necesarias para ejecutar el contrato, lo que debe ser acreditado documentalente, y no mediante declaración jurada.</i></li> </ul> </div>
--



**CAPÍTULO IV**  
**FACTORES DE EVALUACIÓN**

La evaluación se realiza sobre la base de cien (100) puntos.

Para determinar la oferta con el mejor puntaje y el orden de prelación de las ofertas, se considera lo siguiente:

FACTOR DE EVALUACIÓN	PUNTAJE / METODOLOGÍA PARA SU ASIGNACIÓN
<b>A. PRECIO</b>	
<u>Evaluación:</u>  Se evaluará considerando el precio ofertado por el postor.  <u>Acreditación:</u>  Se acreditará mediante el documento que contiene el precio de la oferta ( <b>Anexo N° 6</b> ).	La evaluación consistirá en otorgar el máximo puntaje a la oferta de precio más bajo y otorgar a las demás ofertas puntajes inversamente proporcionales a sus respectivos precios, según la siguiente fórmula:  $P_i = \frac{O_m \times PMP}{O_i}$  i= Oferta P <sub>i</sub> = Puntaje de la oferta a evaluar O <sub>i</sub> =Precio i O <sub>m</sub> = Precio de la oferta más baja PMP=Puntaje máximo del precio  <b>100 puntos</b>

**Importante**

*Los factores de evaluación elaborados por el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, son objetivos y guardan vinculación, razonabilidad y proporcionalidad con el objeto de la contratación. Asimismo, estos no pueden calificar con puntaje el cumplimiento de los Términos de Referencia ni los requisitos de calificación.*

## CAPÍTULO V PROFORMA DEL CONTRATO

### Importante

*Dependiendo del objeto del contrato, de resultar indispensable, puede incluirse cláusulas adicionales o la adecuación de las propuestas en el presente documento, las que en ningún caso pueden contemplar disposiciones contrarias a la normativa vigente ni a lo señalado en este capítulo.*

Conste por el presente documento, la contratación del servicio de **PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFALTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA)** para la obra “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACION VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES – VIA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA – VIA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACION, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA AREQUIPA, REGIÓN AREQUIPA” COMPONENTE VÍAS TRAMO III, que celebra de una parte [CONSIGNAR EL NOMBRE DE LA ENTIDAD], en adelante LA ENTIDAD, con RUC N° [.....], con domicilio legal en [.....], representada por [.....], identificado con DNI N° [.....], y de otra parte [.....], con RUC N° [.....], con domicilio legal en [.....], inscrita en la Ficha N° [.....] Asiento N° [.....] del Registro de Personas Jurídicas de la ciudad de [.....], debidamente representado por su Representante Legal, [.....], con DNI N° [.....], según poder inscrito en la Ficha N° [.....], Asiento N° [.....] del Registro de Personas Jurídicas de la ciudad de [.....], a quien en adelante se le denominará EL CONTRATISTA en los términos y condiciones siguientes:

### **CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES**

Con fecha [.....], el órgano encargado de las contrataciones o el comité de selección, según corresponda, adjudicó la buena pro de la **ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2** para la contratación de **SERVICIO DE PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFALTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA)** para la obra “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACION VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES – VIA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA – VIA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACION, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA AREQUIPA, REGIÓN AREQUIPA” COMPONENTE VÍAS TRAMO III, a [INDICAR NOMBRE DEL GANADOR DE LA BUENA PRO], cuyos detalles e importe constan en los documentos integrantes del presente contrato.

### **CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO**

El presente contrato tiene por objeto el **SERVICIO DE PERICIA DE CALIDAD DE PAVIMENTO ASFALTICO (CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONVENCIONAL Y SMA)** para la obra “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL EJE DE INTEGRACION VIAL NORTE ENTRE LA INTERSECCIÓN AV. LAS TORRES – VIA PE-34A, HASTA LA INTERSECCIÓN AV. ITALIA – VIA DE EVITAMIENTO, AV. AVIACION, DISTRITO DE YURA Y CERRO COLORADO, PROVINCIA AREQUIPA, REGIÓN AREQUIPA” COMPONENTE VÍAS TRAMO III.

### **CLÁUSULA TERCERA: MONTO CONTRACTUAL**

El monto total del presente contrato asciende a [CONSIGNAR MONEDA Y MONTO], que incluye todos los impuestos de Ley.

Este monto comprende el costo del servicio, todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas y, de ser el caso, los costos laborales conforme a la legislación vigente, así como cualquier otro concepto que pueda tener incidencia sobre la ejecución del servicio materia del presente contrato.

#### **CLÁUSULA CUARTA: DEL PAGO<sup>13</sup>**

LA ENTIDAD se obliga a pagar la contraprestación a EL CONTRATISTA en [INDICAR MONEDA], en [INDICAR SI SE TRATA DE PAGO ÚNICO, PAGOS PARCIALES O PAGOS PERIÓDICOS], luego de la recepción formal y completa de la documentación correspondiente, según lo establecido en el artículo 171 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

Para tal efecto, el responsable de otorgar la conformidad de la prestación deberá hacerlo en un plazo que no excederá de los siete (7) días de producida la recepción, salvo que se requiera efectuar pruebas que permitan verificar el cumplimiento de la obligación, en cuyo caso la conformidad se emite en un plazo máximo de quince (15) días, bajo responsabilidad de dicho funcionario.

LA ENTIDAD debe efectuar el pago dentro de los diez (10) días calendario siguientes de otorgada la conformidad de los servicios, siempre que se verifiquen las condiciones establecidas en el contrato para ello, bajo responsabilidad del funcionario competente.

En caso de retraso en el pago por parte de LA ENTIDAD, salvo que se deba a caso fortuito o fuerza mayor, EL CONTRATISTA tendrá derecho al pago de intereses legales conforme a lo establecido en el artículo 39 de la Ley de Contrataciones del Estado y en el artículo 171 de su Reglamento, los que se computan desde la oportunidad en que el pago debió efectuarse.

#### **CLÁUSULA QUINTA: DEL PLAZO DE LA EJECUCIÓN DE LA PRESTACIÓN**

El plazo de ejecución del presente contrato es de [.....], el mismo que se computa desde [CONSIGNAR SI ES DEL DÍA SIGUIENTE DEL PERFECCIONAMIENTO DEL CONTRATO, DESDE LA FECHA QUE SE ESTABLEZCA EN EL CONTRATO O DESDE LA FECHA EN QUE SE CUMPLAN LAS CONDICIONES PREVISTAS EN EL CONTRATO PARA EL INICIO DE LA EJECUCIÓN, DEBIENDO INDICAR LAS MISMAS EN ESTE ÚLTIMO CASO].

#### **CLÁUSULA SEXTA: PARTES INTEGRANTES DEL CONTRATO**

El presente contrato está conformado por las bases integradas, la oferta ganadora, así como los documentos derivados del procedimiento de selección que establezcan obligaciones para las partes.

#### **CLÁUSULA SÉTIMA: GARANTÍAS**

EL CONTRATISTA entregó al perfeccionamiento del contrato la respectiva garantía incondicional, solidaria, irrevocable, y de realización automática en el país al solo requerimiento, a favor de LA ENTIDAD, por los conceptos, montos y vigencias siguientes:

- De fiel cumplimiento del contrato: [CONSIGNAR EL MONTO], a través de la [INDICAR EL TIPO DE GARANTÍA PRESENTADA] N° [INDICAR NÚMERO DEL DOCUMENTO] emitida por [SEÑALAR EMPRESA QUE LA EMITE]. Monto que es equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato original, la misma que debe mantenerse vigente hasta la conformidad de la recepción de la prestación.

#### **Importante**

*Al amparo de lo dispuesto en el numeral 149.4 del artículo 149 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, en el caso de contratos periódicos de prestación de servicios en general, si el postor ganador de la buena pro solicita la retención del diez por ciento (10%) del monto del contrato original como garantía de fiel cumplimiento de contrato, debe consignarse lo siguiente:*

*“De fiel cumplimiento del contrato: [CONSIGNAR EL MONTO], a través de la retención que debe efectuar LA ENTIDAD, durante la primera mitad del número total de pagos a realizarse, de forma prorrateada, con cargo a ser devuelto a la finalización del mismo.”*

En el caso que corresponda, consignar lo siguiente:

- Garantía fiel cumplimiento por prestaciones accesorias: [CONSIGNAR EL MONTO], a través

<sup>13</sup> En cada caso concreto, dependiendo de la naturaleza del contrato, podrá adicionarse la información que resulte pertinente a efectos de generar el pago.



de la [INDICAR EL TIPO DE GARANTÍA PRESENTADA] N° [INDICAR NÚMERO DEL DOCUMENTO] emitida por [SEÑALAR EMPRESA QUE LA EMITE], la misma que debe mantenerse vigente hasta el cumplimiento total de las obligaciones garantizadas.

**Importante**

*Al amparo de lo dispuesto en el numeral 151.2 del artículo 151 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, si el postor ganador de la buena pro solicita la retención del diez por ciento (10%) del monto del contrato de la prestación accesorio como garantía de fiel cumplimiento de prestaciones accesorias, debe consignarse lo siguiente:*

*“De fiel cumplimiento por prestaciones accesorias: [CONSIGNAR EL MONTO], a través de la retención que debe efectuar LA ENTIDAD, durante la primera mitad del número total de pagos a realizarse, de forma prorrateada, con cargo a ser devuelto a la finalización del mismo.”*

**Importante**

*De conformidad con el artículo 152 del Reglamento, no se constituirá garantía de fiel cumplimiento del contrato ni garantía de fiel cumplimiento por prestaciones accesorias, en contratos cuyos montos sean iguales o menores a doscientos mil Soles (S/ 200,000.00). Dicha excepción también aplica a los contratos derivados de procedimientos de selección por relación de ítems, cuando el monto del ítem adjudicado o la sumatoria de los montos de los ítems adjudicados no supere el monto señalado anteriormente.*

**CLÁUSULA OCTAVA: EJECUCIÓN DE GARANTÍAS POR FALTA DE RENOVACIÓN**

LA ENTIDAD puede solicitar la ejecución de las garantías cuando EL CONTRATISTA no las hubiere renovado antes de la fecha de su vencimiento, conforme a lo dispuesto en el literal a) del numeral 155.1 del artículo 155 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

**CLÁUSULA DÉCIMA: CONFORMIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

La conformidad de la prestación del servicio se regula por lo dispuesto en el artículo 168 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado. La conformidad será otorgada por [CONSIGNAR EL ÁREA O UNIDAD ORGÁNICA QUE OTORGARÁ LA CONFORMIDAD] en el plazo máximo de [CONSIGNAR SIETE (7) DÍAS O MÁXIMO QUINCE (15) DÍAS, EN CASO SE REQUIERA EFECTUAR PRUEBAS QUE PERMITAN VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LA OBLIGACIÓN] días de producida la recepción.

De existir observaciones, LA ENTIDAD las comunica al CONTRATISTA, indicando claramente el sentido de estas, otorgándole un plazo para subsanar no menor de dos (2) ni mayor de ocho (8) días. Dependiendo de la complejidad o sofisticación de las subsanaciones a realizar el plazo para subsanar no puede ser menor de cinco (5) ni mayor de quince (15) días. Si pese al plazo otorgado, EL CONTRATISTA no cumpliera a cabalidad con la subsanación, LA ENTIDAD puede otorgar al CONTRATISTA periodos adicionales para las correcciones pertinentes. En este supuesto corresponde aplicar la penalidad por mora desde el vencimiento del plazo para subsanar.

Este procedimiento no resulta aplicable cuando los servicios manifiestamente no cumplan con las características y condiciones ofrecidas, en cuyo caso LA ENTIDAD no otorga la conformidad, debiendo considerarse como no ejecutada la prestación, aplicándose la penalidad que corresponda por cada día de atraso.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA: DECLARACIÓN JURADA DEL CONTRATISTA**

EL CONTRATISTA declara bajo juramento que se compromete a cumplir las obligaciones derivadas del presente contrato, bajo sanción de quedar inhabilitado para contratar con el Estado en caso de incumplimiento.

**CLÁUSULA DUODÉCIMA: RESPONSABILIDAD POR VICIOS OCULTOS**

La conformidad del servicio por parte de LA ENTIDAD no enerva su derecho a reclamar posteriormente por defectos o vicios ocultos, conforme a lo dispuesto por los artículos 40 de la Ley de Contrataciones del Estado y 173 de su Reglamento.

El plazo máximo de responsabilidad del contratista es de [CONSIGNAR TIEMPO EN AÑOS, NO

**MENOR DE UN (1) AÑO**] año(s) contado a partir de la conformidad otorgada por LA ENTIDAD.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA: PENALIDADES**

Si EL CONTRATISTA incurre en retraso injustificado en la ejecución de las prestaciones objeto del contrato, LA ENTIDAD le aplica automáticamente una penalidad por mora por cada día de atraso, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Penalidad Diaria} = \frac{0.10 \times \text{monto vigente}}{F \times \text{plazo vigente en días}}$$

Donde:

**F = 0.25 para plazos mayores a sesenta (60) días o;**

**F = 0.40 para plazos menores o iguales a sesenta (60) días.**

El retraso se justifica a través de la solicitud de ampliación de plazo debidamente aprobado. Adicionalmente, se considera justificado el retraso y en consecuencia no se aplica penalidad, cuando EL CONTRATISTA acredite, de modo objetivamente sustentado, que el mayor tiempo transcurrido no le resulta imputable. En este último caso la calificación del retraso como justificado por parte de LA ENTIDAD no da lugar al pago de gastos generales ni costos directos de ningún tipo, conforme el numeral 162.5 del artículo 162 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

#### **Importante**

*De haberse previsto establecer penalidades distintas a la penalidad por mora, incluir dichas penalidades, los supuestos de aplicación de penalidad, la forma de cálculo de la penalidad para cada supuesto y el procedimiento mediante el cual se verifica el supuesto a penalizar, conforme el artículo 163 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.*

Estas penalidades se deducen de los pagos a cuenta o del pago final, según corresponda; o si fuera necesario, se cobra del monto resultante de la ejecución de la garantía de fiel cumplimiento.

Estos dos (2) tipos de penalidades pueden alcanzar cada una un monto máximo equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato vigente, o de ser el caso, del ítem que debió ejecutarse.

Cuando se llegue a cubrir el monto máximo de la penalidad por mora o el monto máximo para otras penalidades, de ser el caso, LA ENTIDAD puede resolver el contrato por incumplimiento.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA: RESOLUCIÓN DEL CONTRATO**

Cualquiera de las partes puede resolver el contrato, de conformidad con el numeral 32.3 del artículo 32 y artículo 36 de la Ley de Contrataciones del Estado, y el artículo 164 de su Reglamento. De darse el caso, LA ENTIDAD procederá de acuerdo a lo establecido en el artículo 165 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA: RESPONSABILIDAD DE LAS PARTES**

Cuando se resuelva el contrato por causas imputables a algunas de las partes, se debe resarcir los daños y perjuicios ocasionados, a través de la indemnización correspondiente. Ello no obsta la aplicación de las sanciones administrativas, penales y pecuniarias a que dicho incumplimiento diere lugar, en el caso que éstas correspondan.

Lo señalado precedentemente no exime a ninguna de las partes del cumplimiento de las demás obligaciones previstas en el presente contrato.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA: ANTICORRUPCIÓN**

EL CONTRATISTA declara y garantiza no haber, directa o indirectamente, o tratándose de una persona jurídica a través de sus socios, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores o personas vinculadas a las que se refiere el artículo 7 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, ofrecido, negociado o efectuado, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato.

Asimismo, el CONTRATISTA se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente o a través de sus socios, accionistas, participacionistas, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores y personas vinculadas a las que se refiere el artículo 7 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

Además, EL CONTRATISTA se compromete a i) comunicar a las autoridades competentes, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y ii) adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

Finalmente, EL CONTRATISTA se compromete a no colocar a los funcionarios públicos con los que deba interactuar, en situaciones reñidas con la ética. En tal sentido, reconoce y acepta la prohibición de ofrecerles a éstos cualquier tipo de obsequio, donación, beneficio y/o gratificación, ya sea de bienes o servicios, cualquiera sea la finalidad con la que se lo haga.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA SÉTIMA: MARCO LEGAL DEL CONTRATO**

Sólo en lo no previsto en este contrato, en la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento, en las directivas que emita el OSCE y demás normativa especial que resulte aplicable, serán de aplicación supletoria las disposiciones pertinentes del Código Civil vigente, cuando corresponda, y demás normas de derecho privado.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA OCTAVA: SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS<sup>14</sup>**

Las controversias que surjan entre las partes durante la ejecución del contrato se resuelven mediante conciliación o arbitraje, según el acuerdo de las partes.

Cualquiera de las partes tiene derecho a iniciar el arbitraje a fin de resolver dichas controversias dentro del plazo de caducidad previsto en la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.

Las partes acuerdan, sin admitir prueba o argumento en contrario, que el arbitraje se desarrollara en el Centro de Arbitraje de la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa. Asimismo, acuerdan que no serán aplicables los denominados árbitros y/o arbitraje de emergencia, y en caso ser necesario tramitar una medida cautelar, serán tramitados conforme al procedimiento regulado en el Decreto Legislativo N° 1071, ley de norma el Arbitraje o disposición del mismo rango que la sustituya. Facultativamente, cualquiera de las partes tiene el derecho a solicitar una conciliación dentro del plazo de caducidad correspondiente, según lo señalado en el artículo 224 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, sin perjuicio de recurrir al arbitraje, en caso no se llegue a un acuerdo entre ambas partes o se llegue a un acuerdo parcial. Las controversias sobre nulidad del contrato solo pueden ser sometidas a arbitraje.

El Laudo arbitral emitido es inapelable, definitivo y obligatorio para las partes desde el momento de su notificación, según lo previsto en el numeral 45.21 del artículo 45 de la Ley de Contrataciones del Estado.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA NOVENA: FACULTAD DE ELEVAR A ESCRITURA PÚBLICA**

Cualquiera de las partes puede elevar el presente contrato a Escritura Pública corriendo con todos los gastos que demande esta formalidad.

#### **CLÁUSULA VIGÉSIMA: DOMICILIO PARA EFECTOS DE LA EJECUCIÓN CONTRACTUAL**

Las partes declaran el siguiente domicilio para efecto de las notificaciones que se realicen durante la ejecución del presente contrato:

DOMICILIO DE LA ENTIDAD: [.....]

DOMICILIO DEL CONTRATISTA: [CONSIGNAR EL DOMICILIO SEÑALADO POR EL POSTOR GANADOR DE LA BUENA PRO AL PRESENTAR LOS REQUISITOS PARA EL PERFECCIONAMIENTO DEL CONTRATO]

La variación del domicilio aquí declarado de alguna de las partes debe ser comunicada a la otra

<sup>14</sup> De acuerdo con el numeral 225.3 del artículo 225 del Reglamento, las partes pueden recurrir al arbitraje ad hoc cuando las controversias deriven de procedimientos de selección cuyo valor estimado sea menor o igual a cinco millones con 00/100 soles (S/ 5 000 000,00).



parte, formalmente y por escrito, con una anticipación no menor de quince (15) días calendario.

De acuerdo con las bases integradas, la oferta y las disposiciones del presente contrato, las partes lo firman por duplicado en señal de conformidad en la ciudad de [.....] al [CONSIGNAR FECHA].

\_\_\_\_\_  
“LA ENTIDAD”

\_\_\_\_\_  
“EL CONTRATISTA”

**Importante**

*Este documento puede firmarse digitalmente si ambas partes cuentan con firma digital, según la Ley N° 27269, Ley de Firmas y Certificados Digitales<sup>15</sup>.*

---

<sup>15</sup> Para mayor información sobre la normativa de firmas y certificados digitales ingresar a:  
<https://www.indecopi.gob.pe/web/firmas-digitales/firmar-y-certificados-digitales>

## **ANEXOS**

## ANEXO Nº 1

### DECLARACIÓN JURADA DE DATOS DEL POSTOR

Señores

**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**

**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA Nº 103-2023-GRA-2**

Presente.-

El que se suscribe, [.....], postor y/o Representante Legal de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], identificado con [CONSIGNAR TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD] N° [CONSIGNAR NÚMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD], con poder inscrito en la localidad de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA] en la Ficha N° [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA] Asiento N° [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], **DECLARO BAJO JURAMENTO** que la siguiente información se sujeta a la verdad:

Nombre, Denominación o Razón Social :					
Domicilio Legal :					
RUC :		Teléfono(s) :			
MYPE <sup>16</sup>		Sí		No	
Correo electrónico :					

#### Autorización de notificación por correo electrónico:

Autorizo que se notifiquen al correo electrónico indicado las siguientes actuaciones:

1. Solicitud de la descripción a detalle de todos los elementos constitutivos de la oferta.
2. Solicitud de reducción de la oferta económica.
3. Solicitud de subsanación de los requisitos para perfeccionar el contrato.
4. Solicitud para presentar los documentos para perfeccionar el contrato, según orden de prelación, de conformidad con lo previsto en el artículo 141 del Reglamento.
5. Respuesta a la solicitud de acceso al expediente de contratación.
6. Notificación de la orden de servicios<sup>17</sup>

Asimismo, me comprometo a remitir la confirmación de recepción, en el plazo máximo de dos (2) días hábiles de recibida la comunicación.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o Representante legal, según corresponda**

#### Importante

*La notificación dirigida a la dirección de correo electrónico consignada se entenderá válidamente efectuada cuando la Entidad reciba acuse de recepción.*

<sup>16</sup> Esta información será verificada por la Entidad en la página web del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo en la sección consulta de empresas acreditadas en el REMYPE en el link <http://www2.trabajo.gob.pe/servicios-en-linea-2-2/> y se tendrá en consideración, en caso el postor ganador de la buena pro solicite la retención del diez por ciento (10%) del monto del contrato, en calidad de garantía de fiel cumplimiento, en los contratos periódicos de prestación de servicios, según lo señalado en el numeral 149.4 del artículo 149 y numeral 151.2 del artículo 151 del Reglamento. Asimismo, dicha información se tendrá en cuenta en caso de empate, conforme a lo previsto en el artículo 91 del Reglamento.

<sup>17</sup> Cuando el monto del valor estimado del procedimiento o del ítem no supere los doscientos mil Soles (S/ 200,000.00), en caso se haya optado por perfeccionar el contrato con una orden de servicios.



Importante

Cuando se trate de consorcios, la declaración jurada es la siguiente:

ANEXO N° 1

DECLARACIÓN JURADA DE DATOS DEL POSTOR

Señores

ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES

ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2

Presente.-

El que se suscribe, [...], representante común del consorcio [CONSIGNAR EL NOMBRE DEL CONSORCIO], identificado con [CONSIGNAR TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD] N° [CONSIGNAR NÚMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD], **DECLARO BAJO JURAMENTO** que la siguiente información se sujeta a la verdad:

Datos del consorciado 1				
Nombre, Denominación o Razón Social :				
Domicilio Legal :				
RUC :	Teléfono(s) :			
MYPE <sup>18</sup>		Sí	No	
Correo electrónico :				

Datos del consorciado 2				
Nombre, Denominación o Razón Social :				
Domicilio Legal :				
RUC :	Teléfono(s) :			
MYPE <sup>19</sup>		Sí	No	
Correo electrónico :				

Datos del consorciado ...				
Nombre, Denominación o Razón Social :				
Domicilio Legal :				
RUC :	Teléfono(s) :			
MYPE <sup>20</sup>		Sí	No	
Correo electrónico :				

**Autorización de notificación por correo electrónico:**

Correo electrónico del consorcio:

Autorizo que se notifiquen al correo electrónico indicado las siguientes actuaciones:

1. Solicitud de la descripción a detalle de todos los elementos constitutivos de la oferta.

<sup>18</sup> En los contratos periódicos de prestación de servicios, esta información será verificada por la Entidad en la página web del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo en la sección consulta de empresas acreditadas en el REMYPE en el link <http://www2.trabajo.gob.pe/servicios-en-linea-2-2/> y se tendrá en consideración, en caso el consorcio ganador de la buena pro solicite la retención del diez por ciento (10%) del monto del contrato, en calidad de garantía de fiel cumplimiento, según lo señalado en el numeral 149.4 del artículo 149 y numeral 151.2 del artículo 151 del Reglamento. Asimismo, dicha información se tendrá en cuenta en caso de empate, conforme a lo previsto en el artículo 91 del Reglamento. Para dichos efectos, todos los integrantes del consorcio deben acreditar la condición de micro o pequeña empresa.

<sup>19</sup> Ibidem.

<sup>20</sup> Ibidem.

2. Solicitud de reducción de la oferta económica.
3. Solicitud de subsanación de los requisitos para perfeccionar el contrato.
4. Solicitud para presentar los documentos para perfeccionar el contrato, según orden de prelación, de conformidad con lo previsto en el artículo 141 del Reglamento.
5. Respuesta a la solicitud de acceso al expediente de contratación.
6. Notificación de la orden de servicios<sup>21</sup>

Asimismo, me comprometo a remitir la confirmación de recepción, en el plazo máximo de dos (2) días hábiles de recibida la comunicación.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del representante  
común del consorcio**

**Importante**

*La notificación dirigida a la dirección de correo electrónico consignada se entenderá válidamente efectuada cuando la Entidad reciba acuse de recepción.*

<sup>21</sup> Cuando el monto del valor estimado del procedimiento o del ítem no supere los doscientos mil Soles (S/ 200,000.00), en caso se haya optado por perfeccionar el contrato con una orden de servicios.

## ANEXO Nº 2

### DECLARACIÓN JURADA (ART. 52 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO)

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA Nº 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Mediante el presente el suscrito, postor y/o Representante Legal de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], declaro bajo juramento:

- i. No haber incurrido y me obligo a no incurrir en actos de corrupción, así como a respetar el principio de integridad.
- ii. No tener impedimento para postular en el procedimiento de selección ni para contratar con el Estado, conforme al artículo 11 de la Ley de Contrataciones del Estado.
- iii. Conocer las sanciones contenidas en la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento, así como las disposiciones aplicables de la Ley Nº 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.
- iv. Participar en el presente proceso de contratación en forma independiente sin mediar consulta, comunicación, acuerdo, arreglo o convenio con ningún proveedor; y, conocer las disposiciones del Decreto Legislativo Nº 1034, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Represión de Conductas Anticompetitivas.
- v. Conocer, aceptar y someterme a las bases, condiciones y reglas del procedimiento de selección.
- vi. Ser responsable de la veracidad de los documentos e información que presento en el presente procedimiento de selección.
- vii. Comprometerme a mantener la oferta presentada durante el procedimiento de selección y a perfeccionar el contrato, en caso de resultar favorecido con la buena pro.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o  
Representante legal, según corresponda**

#### **Importante**

*En el caso de consorcios, cada integrante debe presentar esta declaración jurada, salvo que sea presentada por el representante común del consorcio.*

### **ANEXO Nº 3**

#### **DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA**

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA Nº 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Es grato dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento que luego de haber examinado las bases y demás documentos del procedimiento de la referencia y, conociendo todos los alcances y las condiciones detalladas en dichos documentos, el postor que suscribe ofrece el servicio de **[CONSIGNAR EL OBJETO DE LA CONVOCATORIA]**, de conformidad con los Términos de Referencia que se indican en el numeral 3.1 del Capítulo III de la sección específica de las bases y los documentos del procedimiento.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o**  
**Representante legal o común, según corresponda**

#### **Importante**

*Adicionalmente, puede requerirse la presentación de documentación que acredite el cumplimiento de los términos de referencia, conforme a lo indicado en el acápite relacionado al contenido de las ofertas de la presente sección de las bases.*



**ANEXO Nº 4**

**DECLARACIÓN JURADA DE PLAZO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA Nº 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Mediante el presente, con pleno conocimiento de las condiciones que se exigen en las bases del procedimiento de la referencia, me comprometo a prestar el servicio objeto del presente procedimiento de selección en el plazo de [CONSIGNAR EL PLAZO OFERTADO].

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o**  
**Representante legal o común, según corresponda**

## ANEXO Nº 5

### PROMESA DE CONSORCIO (Sólo para el caso en que un consorcio se presente como postor)

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA Nº 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Los suscritos declaramos expresamente que hemos convenido en forma irrevocable, durante el lapso que dure el procedimiento de selección, para presentar una oferta conjunta a la **ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA Nº [CONSIGNAR NOMENCLATURA DEL PROCEDIMIENTO]**

Asimismo, en caso de obtener la buena pro, nos comprometemos a formalizar el contrato de consorcio, de conformidad con lo establecido por el artículo 140 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, bajo las siguientes condiciones:

a) Integrantes del consorcio

1. [NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL CONSORCIADO 1].
2. [NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL CONSORCIADO 2].

b) Designamos a [CONSIGNAR NOMBRES Y APELLIDOS DEL REPRESENTANTE COMÚN], identificado con [CONSIGNAR TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD] Nº [CONSIGNAR NÚMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD], como representante común del consorcio para efectos de participar en todos los actos referidos al procedimiento de selección, suscripción y ejecución del contrato correspondiente con [CONSIGNAR NOMBRE DE LA ENTIDAD].

Asimismo, declaramos que el representante común del consorcio no se encuentra impedido, inhabilitado ni suspendido para contratar con el Estado.

c) Fijamos nuestro domicilio legal común en [.....].

d) Las obligaciones que corresponden a cada uno de los integrantes del consorcio son las siguientes:

1. OBLIGACIONES DE [NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL CONSORCIADO 1] [ % ]<sup>22</sup>

[DESCRIBIR LAS OBLIGACIONES DEL CONSORCIADO 1]

2. OBLIGACIONES DE [NOMBRE, DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL DEL CONSORCIADO 2] [ % ]<sup>23</sup>

[DESCRIBIR LAS OBLIGACIONES DEL CONSORCIADO 2]

TOTAL OBLIGACIONES 100%<sup>24</sup>

<sup>22</sup> Consignar únicamente el porcentaje total de las obligaciones, el cual debe ser expresado en número entero, sin decimales.

<sup>23</sup> Consignar únicamente el porcentaje total de las obligaciones, el cual debe ser expresado en número entero, sin decimales.

<sup>24</sup> Este porcentaje corresponde a la sumatoria de los porcentajes de las obligaciones de cada uno de los integrantes del consorcio.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Consortiado 1**  
**Nombres, apellidos y firma del Consortiado 1**  
**o de su Representante Legal**  
**Tipo y N° de Documento de Identidad**

.....  
**Consortiado 2**  
**Nombres, apellidos y firma del Consortiado 2**  
**o de su Representante Legal**  
**Tipo y N° de Documento de Identidad**

**Importante**

*De conformidad con el artículo 52 del Reglamento, las firmas de los integrantes del consorcio deben ser legalizadas.*

## ANEXO N° 6

### PRECIO DE LA OFERTA

Señores

**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**

**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**

Presente.-

Es grato dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento que, de acuerdo con las bases, mi oferta es la siguiente:

CONCEPTO	PRECIO TOTAL
<b>TOTAL</b>	

El precio de la oferta [CONSIGNAR LA MONEDA DE LA CONVOCATORIA] incluye todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas y, de ser el caso, los costos laborales conforme a la legislación vigente, así como cualquier otro concepto que pueda tener incidencia sobre el costo del servicio a contratar; excepto la de aquellos postores que gocen de alguna exoneración legal, no incluirán en el precio de su oferta los tributos respectivos.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o  
Representante legal o común, según corresponda**

#### Importante

- El postor debe consignar el precio total de la oferta, sin perjuicio que, de resultar favorecido con la buena pro, presente el detalle de precios unitarios para el perfeccionamiento del contrato.*
- En caso que el postor reduzca su oferta, según lo previsto en el artículo 68 del Reglamento, debe presentar nuevamente este Anexo.*
- El postor que goce de alguna exoneración legal, debe indicar que su oferta no incluye el tributo materia de la exoneración, debiendo incluir el siguiente texto:  
  
Mi oferta no incluye [CONSIGNAR EL TRIBUTO MATERIA DE LA EXONERACIÓN].*



## ANEXO N° 8

### EXPERIENCIA DEL POSTOR EN LA ESPECIALIDAD

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Mediante el presente, el suscrito detalla la siguiente EXPERIENCIA EN LA ESPECIALIDAD:

Nº	CLIENTE	OBJETO DEL CONTRATO	N° CONTRATO / O/S / COMPROBANTE DE PAGO	FECHA DEL CONTRATO O CP <sup>25</sup>	FECHA DE LA CONFORMIDAD DE SER EL CASO <sup>26</sup>	EXPERIENCIA PROVENIENTE <sup>27</sup> DE:	MONEDA	IMPORTE <sup>28</sup>	TIPO DE CAMBIO VENTA <sup>29</sup>	MONTO FACTURADO ACUMULADO <sup>30</sup>
1										
2										
3										

<sup>25</sup> Se refiere a la fecha de suscripción del contrato, de la emisión de la Orden de Servicios o de cancelación del comprobante de pago, según corresponda.

<sup>26</sup> Únicamente, cuando la fecha del perfeccionamiento del contrato, sea previa a los ocho (8) años anteriores a la fecha de presentación de ofertas, caso en el cual el postor debe acreditar que la conformidad se emitió dentro de dicho periodo.

<sup>27</sup> Si el titular de la experiencia no es el postor, consignar si dicha experiencia corresponde a la matriz en caso que el postor sea sucursal, o fue transmitida por reorganización societaria, debiendo acompañar la documentación sustentatoria correspondiente. Al respecto, según la Opinión N° 216-2017/DTN *“Considerando que la sociedad matriz y la sucursal constituyen la misma persona jurídica, la sucursal puede acreditar como suya la experiencia de su matriz”*. Del mismo modo, según lo previsto en la Opinión N° 010-2013/DTN, *“... en una operación de reorganización societaria que comprende tanto una fusión como una escisión, la sociedad resultante podrá acreditar como suya la experiencia de la sociedad incorporada o absorbida, que se extingue producto de la fusión; asimismo, si en virtud de la escisión se transfiere un bloque patrimonial consistente en una línea de negocio completa, la sociedad resultante podrá acreditar como suya la experiencia de la sociedad escindida, correspondiente a la línea de negocio transmitida. De esta manera, la sociedad resultante podrá emplear la experiencia transmitida, como consecuencia de la reorganización societaria antes descrita, en los futuros procesos de selección en los que participe”*.

<sup>28</sup> Se refiere al monto del contrato ejecutado incluido adicionales y reducciones, de ser el caso.

<sup>29</sup> El tipo de cambio venta debe corresponder al publicado por la SBS correspondiente a la fecha de suscripción del contrato, de la emisión de la Orden de Servicios o de cancelación del comprobante de pago, según corresponda.

<sup>30</sup> Consignar en la moneda establecida en las bases.

Nº	CLIENTE	OBJETO DEL CONTRATO	N° CONTRATO / O/S / COMPROBANTE DE PAGO	FECHA DEL CONTRATO O CP <sup>25</sup>	FECHA DE LA CONFORMIDAD DE SER EL CASO <sup>26</sup>	EXPERIENCIA PROVENIENTE <sup>27</sup> DE:	MONEDA	IMPORTE <sup>28</sup>	TIPO DE CAMBIO VENTA <sup>29</sup>	MONTO FACTURADO ACUMULADO <sup>30</sup>
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
	...									
20										
TOTAL										

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
Firma, Nombres y Apellidos del postor o  
Representante legal o común, según corresponda

**ANEXO N° 9**

**DECLARACIÓN JURADA  
(NUMERAL 49.4 DEL ARTÍCULO 49 DEL REGLAMENTO)**

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Mediante el presente el suscrito, postor y/o Representante Legal de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], declaro que la experiencia que acredito de la empresa [CONSIGNAR LA DENOMINACIÓN DE LA PERSONA JURÍDICA] como consecuencia de una reorganización societaria, no se encuentra en el supuesto establecido en el numeral 49.4 del artículo 49 del Reglamento.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o  
Representante legal, según corresponda**

**Importante**

*A efectos de cautelar la veracidad de esta declaración, el postor puede verificar la información de la Relación de Proveedores Sancionados por el Tribunal de Contrataciones del Estado con Sanción Vigente en <http://portal.osce.gob.pe/rnp/content/relación-de-proveedores-sancionados>. También le asiste dicha facultad al órgano encargado de las contrataciones o al órgano de la Entidad al que se le haya asignado la función de verificación de la oferta presentada por el postor ganador de la buena pro.*

**ANEXO N° 10**

**SOLICITUD DE BONIFICACIÓN DEL DIEZ POR CIENTO (10%) POR SERVICIOS PRESTADOS FUERA DE LA PROVINCIA DE LIMA Y CALLAO**  
**(DE SER EL CASO, SOLO PRESENTAR ESTA SOLICITUD EN EL ÍTEM [CONSIGNAR EL N° DEL ÍTEM O ÍTEMS CUYO VALOR ESTIMADO NO SUPERA LOS DOSCIENTOS MIL SOLES (S/ 200,000.00)])**

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Mediante el presente el suscrito, postor y/o Representante Legal de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], solicito la asignación de la bonificación del diez por ciento (10%) sobre el puntaje total en [CONSIGNAR EL ÍTEM O ÍTEMS, SEGÚN CORRESPONDA, EN LOS QUE SE SOLICITA LA BONIFICACIÓN] debido a que el domicilio de mi representada se encuentra ubicado en la provincia o provincia colindante donde se ejecuta la prestación.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o Representante legal, según corresponda**

**Importante**

- *Para asignar la bonificación, el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda, verifica el domicilio consignado por el postor en el Registro Nacional de Proveedores (RNP).*
- *Para que el postor pueda acceder a la bonificación, debe cumplir con las condiciones establecidas en el literal f) del artículo 50 del Reglamento.*



**Importante**

*Cuando se trate de consorcios, la declaración jurada es la siguiente:*

**ANEXO N° 10**

**SOLICITUD DE BONIFICACIÓN DEL DIEZ POR CIENTO (10%) POR SERVICIOS PRESTADOS FUERA DE LA PROVINCIA DE LIMA Y CALLAO  
(DE SER EL CASO, SOLO PRESENTAR ESTA SOLICITUD EN EL ÍTEM [CONSIGNAR EL N° DEL ÍTEM O ÍTEMS CUYO VALOR ESTIMADO NO SUPERA LOS DOSCIENTOS MIL SOLES (S/ 200,000.00)])**

Señores

**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES  
ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2  
Presente.**

Mediante el presente el que se suscribe, [...], representante común del consorcio [CONSIGNAR EL NOMBRE DEL CONSORCIO], solicito la asignación de la bonificación del diez por ciento (10%) sobre el puntaje total en [CONSIGNAR EL ÍTEM O ÍTEMS, SEGÚN CORRESPONDA, EN LOS QUE SE SOLICITA LA BONIFICACIÓN] debido a que los domicilios de todos los integrantes del consorcio se encuentran ubicados en la provincia o provincias colindantes donde se ejecuta la prestación.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del representante  
común del consorcio**

**Importante**

- *Para asignar la bonificación, el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda, verifica el domicilio consignado de los integrantes del consorcio, en el Registro Nacional de Proveedores (RNP).*
- *Para que un consorcio pueda acceder a la bonificación, cada uno de sus integrantes debe cumplir con las condiciones establecidas en el literal f) del artículo 50 del Reglamento.*

## ANEXO N° 11

### SOLICITUD DE BONIFICACIÓN DEL CINCO POR CIENTO (5%) POR TENER LA CONDICIÓN DE MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

Mediante el presente el suscrito, postor y/o Representante legal de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], solicito la asignación de la bonificación del cinco por ciento (5%) sobre el puntaje total obtenido, debido a que mi representada cuenta con la condición de micro y pequeña empresa.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o**  
**Representante legal o común, según corresponda**

#### Importante

- *Para asignar la bonificación, el órgano encargado de las contrataciones o comité de selección, según corresponda, verifica la página web del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo en la sección consulta de empresas acreditadas en el REMYPE en el link <http://www2.trabajo.gob.pe/servicios-en-linea-2-2/>.*
- *Para que un consorcio pueda acceder a la bonificación, cada uno de sus integrantes debe cumplir con la condición de micro y pequeña empresa.*

## ANEXO N° 12

### AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN DE LA DECISIÓN DE LA ENTIDAD SOBRE LA SOLICITUD DE AMPLIACIÓN DE PLAZO MEDIANTE MEDIOS ELECTRÓNICOS DE COMUNICACIÓN

(DOCUMENTO A PRESENTAR EN EL PERFECCIONAMIENTO DEL CONTRATO)

Señores  
**ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES**  
**ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 103-2023-GRA-2**  
Presente.-

El que se suscribe, [.....], postor adjudicado y/o Representante Legal de [CONSIGNAR EN CASO DE SER PERSONA JURÍDICA], identificado con [CONSIGNAR TIPO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD] N° [CONSIGNAR NÚMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD], autorizo que durante la ejecución del contrato se me notifique al correo electrónico [INDICAR EL CORREO ELECTRÓNICO] lo siguiente:

✓ Notificación de la decisión de la Entidad respecto a la solicitud de ampliación de plazo.

[CONSIGNAR CIUDAD Y FECHA]

.....  
**Firma, Nombres y Apellidos del postor o  
Representante legal o común, según corresponda**

#### Importante

*La notificación de la decisión de la Entidad respecto a la solicitud de ampliación de plazo se efectúa por medios electrónicos de comunicación, siempre que se cuente con la autorización correspondiente y sea posible obtener un acuse de recibo a través del mecanismo utilizado.*