



# MÉTODO DE EJECUCIÓN SikaGrout® -3320

SEPTIEMBRE 2023 / V1 / SIKA SPAIN / B JIMÉNEZ

BUILDING TRUST



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>ALCANCE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>EQUIPAMIENTO</b>	<b>4</b>
4.1	MATERIALES	4
4.2	EQUIPO ESENCIAL	4
4.3	EQUIPAMIENTO ADICIONAL	5
4.4	EQUIPO PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	5
4.5	EQUIPOS DE MEZCLA Y BOMBEO	5
<b>5</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>7</b>
5.1	EVALUACIÓN DE RIESGOS	7
5.2	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	7
5.3	PRIMEROS AUXILIOS	7
<b>6</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>7</b>
6.1	LIMPIEZA DE EQUIPOS/EQUIPAMIENTO	7
6.2	ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS	7
<b>7</b>	<b>PLANIFICACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIÓN DE PASOS PARA EL VERTIDO DEL GROUT</b>	<b>8</b>
8.1	CANTIDAD DE GROUT	8
8.2	COMPROBAR LA PREVISIÓN METEOROLÓGICA	9
8.3	PAUSAS	9
8.4	PLANES DE CONTINGENCIA	9
8.5	ENERGÍA Y AGUA	11
8.6	TRABAJOS PREVIOS	11
<b>9</b>	<b>PREPARACIÓN DEL SOPORTE</b>	<b>12</b>
9.1	INSPECCIÓN PREVIA	12
9.2	HORMIGÓN	12
9.3	BARRAS ROSCADAS O PERNOS DE ANCLAJE	13
9.4	CALZOS Y PLACAS DE NIVELACIÓN	13
9.5	ENCOFRADOS TEMPORALES	13
9.6	HUMECTACIÓN DEL SOPORTE	14
<b>10</b>	<b>MEZCLADO</b>	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>14</b>
<b>12</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE BOMBEO</b>	<b>16</b>
12.1	APLICACIÓN - COLOCACIÓN DEL GROUT	16
12.2	APLICACIÓN EN CONDICIONES DE CALOR (> +28 °C)	18
12.3	APLICACIÓN EN CONDICIONES DE FRÍO (< +5 °C)	18
12.4	CURADO	18
12.5	LÍMITES DE LA APLICACIÓN	19
<b>13</b>	<b>NOTAS LEGALES</b>	<b>20</b>

## 1 ALCANCE

El presente método de ejecución supone únicamente una guía para aplicar SikaGrout®-3320 como transición entre la torre y la cimentación de torres eólicas de acero posicionadas en tierra. No ha sido redactado en específico para un proyecto y debe ser adaptado de acuerdo con los requisitos de este por parte del equipo proyectista ajeno a Sika. Los trabajos de preparación de pernos, calzos y placas de nivelación se indican como recomendaciones, pero deben seguir todas las indicaciones de los especificadores ajenos a Sika. La secuenciación de las torres no está incluida en este documento.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaGrout®-3320 es un grout cementoso monocomponente con una reducida huella de carbono, de altísima resistencia final, de contracción compensada, que fluye libremente para el relleno estructural de juntas y para el vertido bajo placas base.

**USOS:** SikaGrout®-3320 está diseñado para ser utilizado como grout de precisión de alto rendimiento de las juntas horizontales de las torres eólicas de acero y hormigón posicionadas en tierra.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Predosificado para asegurar la calidad del producto
- Producto de 1 componente, sólo hay que añadir agua
- Resistencia finales muy elevadas
- Buenas propiedades de fluidez
- Adecuado para el bombeo mecánico
- Sin segregación ni sangrado
- Buena área efectiva (EBA)
- Buena adherencia al hormigón
- Retracción compensada
- Espesor de aplicación de 20 a 500 mm
- Certificado frente a fatiga

### LIMITACIONES

- SikaGrout®-3320 sólo debe mezclarse con agua limpia.
- No agregue cemento Portland o agregados adicionales.
- No añadir agua por encima de la dosis recomendada.
- Aplicar sólo sobre un soporte sano y preparado.
- Los productos sólo se aplicarán de acuerdo con su uso previsto.
- Todo el trabajo se llevará a cabo según las indicaciones de un oficial supervisor o un ingeniero cualificado que forme parte de la dirección de obra o la asistencia técnica, ajeno a Sika.
- Se aplicarán las Hojas de Datos del Producto (PDS) y las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS) locales más recientes y relevantes.
- Para obtener información específica sobre la construcción, consulte los detalles, dibujos, especificaciones y evaluaciones de riesgo del OEM, del ingeniero o del especialista.
- Este documento es sólo una guía y debe adaptarse por parte del equipo proyectista a las normas, la legislación u otros requisitos locales.

### 3 ALMACENAMIENTO

#### SikaGrout®-3320

Grout de precisión certificado frente a fatiga, para torres eólicas en tierra, de 1 componente, listo para usar



Los materiales se almacenarán adecuadamente en los envases originales sellados y no dañados, en condiciones secas y frescas. Se recomienda almacenar el material en un lugar adecuado entre +5 °C y +35 °C.

### 4 EQUIPAMIENTO

#### 4.1 MATERIALES

Cantidades suficientes de materiales Sika®	Consulte la sección 12
Suficiente agua limpia	Para mezclar 1 componente, humedecer previamente el soporte y limpiar
Suficiente agente lubricante para la bomba	Para facilitar el bombeo evitando atascos y reduciendo el desgaste del equipo (por ejemplo, una lechada con cemento y agua)
Sellador de protección para las barras roscadas	Para despegar el grout de las barras roscadas (por ejemplo Armaflex y sellado con Sikaflex®) cuando se utiliza en una cimentación con anclajes.
Agente desencofrante	Para facilitar el desmoldeo del encofrado sin dañar la zona vertida (por ejemplo, Sika® Separol®)
Espuma expansiva para el sellado del encofrado	Para evitar fugas de grout durante la fase de bombeo (por ejemplo, Sika Boom®)
Anclaje químico	Para anclar el encofrado al hormigón y evitar movimientos durante el bombeo del grout (p. ej. Sika® AnchorFix)

#### 4.2 EQUIPO ESENCIAL

Herramientas manuales	Llana, espátula, herramientas para el mantenimiento del equipo mecánico y la fijación del encofrado
Preparación del soporte de hormigón	Equipo mecánico adecuado para eliminar la lechada de hormigón y conseguir la rugosidad adecuada
Termómetro ambiental	Registrar las condiciones ambientales
Termómetro de material	Registrar la temperatura del soporte, del agua, del polvo y del grout fresco
Espuma, aire a presión (sin aceite) o vacío	Limpiar/soplar o aspirar el exceso de agua en la superficie del soporte
Equipo de mezcla y bombeo	Consulte el apartado 4.5
Cisterna o contenedor IBC	Mantener una cantidad suficiente de agua limpia
Balanzas de medición precisas (calibradas)	Para medir con precisión el agua de mezclado
Cubos o contenedores	Para el agua de mezcla, para mezclar o verter

Temporizador	Para controlar el correcto mezclado de la lechada
Dispositivos de control de calidad	Consulte la sección de control de calidad
Membranas de curado	Para proteger la lechada fresca expuesta
Cuerdas, cordones, pesos	Para asegurar las membranas de curado
Limpieza	Cepillo, chorro de agua a baja presión
Eliminación de residuos	Para el embalaje y el exceso de grout

### 4.3 EQUIPAMIENTO ADICIONAL

Encofrado	Para mantener el grout (no se utilizarán encofrados de madera y aluminio).
Mantas de aislamiento/protección	Para proteger las superficies de grout expuestas del calor
Mantas de curado calefactadas	Para proteger las superficies de grout expuestas del clima frío
Sistema de cabeza de presión	Para mantener la presión sobre el grout / mejorar flujo
Hielo picado o enfriador de agua	Reducir la temperatura del agua en caso de altas temperaturas
Malla	Tamizar el hielo del agua de mezcla
Elemento calefactor	Calentar la temperatura del agua en temperaturas frías
Refugio/carpa	Proteger el equipo del sol directo, las temperaturas frías o la lluvia
Calentador de aire	Preparar soportes / calentar el interior de la torre
Iluminación	Para trabajos nocturnos cuando sea necesario
Generador	Apoyar toda la maquinaria e iluminación

### 4.4 EQUIPO PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

En general, el método de preparación del hormigón adecuado es el escarificado (medios mecánicos o chorro de agua a alta presión). En caso de que el soporte no pueda ser preparado adecuadamente con este método, se debe utilizar un sistema más abrasivo.

Todo el polvo y las partículas friables generadas en la preparación deben ser eliminadas antes de iniciar el bombeo del grout (por ejemplo, con agua o aire).

Todas las barras roscadas deben ser protegidas con una cinta de desolidarización antes de verter el grout (por ejemplo, Armaflex o cinta aislante) y selladas al final con el sellador Sikaflex®.

Después de la preparación del soporte, se debe realizar una inspección de los manguitos de los tornillos. Cualquier manguito de perno dañado o roto deberá ser retirado y reparado antes de comenzar con los trabajos de vertido.

### 4.5 EQUIPOS DE MEZCLA Y BOMBEO

Utilice un equipo profesional para mezclar SikaGrout®-3320. No utilice un proceso de mezclado continuo.

\* Cuando se utilizan bombas de tornillo sin fin, debe controlarse la temperatura de la lechada mezclada, ya que el tornillo puede elevarla. Pueden ser necesarias medidas especiales de refrigeración en condiciones de calor (dispositivos de refrigeración por agua o agua helada para la mezcla)

**IMPORTANTE - No utilizar equipos de mezcla continua con SikaGrout®-3320.**

NOTA: Los rendimientos indicados arriba se obtienen directamente de las especificaciones de la máquina y pueden variar con nuestro SikaGrout®-3320. Se recomienda realizar una prueba preliminar para comprobar el rendimiento.

Mezcladoras de acción forzada:			
Capacidad de ≈ 100 a 120 litros aproximadamente	Capacidad de ≈ 250 litros aproximadamente	Capacidad de ≈ 350 litros aproximadamente	
			
≈ 200 – 240 kg	≈ 500 kg	≈ 700 kg	
Maquinaria para bombeo:			
S5 EVT worm pump + mixer	P11 TMR/LMR* worm pump + mixer	P13 <sup>DMR/EMR*</sup> KA 230 piston pump + mixer	P715 TD piston pump
			
Requiere generador Rendimiento 7-40 l/min Presión 25 bar Weight 360 kg 2.8Lx0.7Wx1.2H	Motor diesel* Rendimiento 5-60l/min* Presión 25 bar Weight 750 kg 3.5Lx1.4Wx1.2H	Diesel o eléctrico Rendimiento 20 – 90 l/min* Presión 40 bar Peso 1000 kg* 1.6Lx1.6Wx1.3H	Diesel - hidráulico Rendimiento 4 – 17.4m <sup>3</sup> /h Presión 68 bar Peso 1850 kg 4.2Lx1.5Wx1.6H

\* Cuando se utilizan bombas helicoidales, debe controlarse la temperatura de la lechada mezclada, ya que el tornillo sin fin puede elevarla. Pueden ser necesarias medidas especiales de refrigeración en condiciones cálidas (dispositivos de refrigeración por agua o agua helada para la mezcla).

NOTA: los rendimientos indicados arriba se obtienen directamente de las especificaciones de la máquina y pueden variar cuando se utiliza junto con nuestro SikaGrout®-3320. Se recomienda realizar una prueba preliminar para comprobar el rendimiento.

IMPORTANTE - No utilizar equipos de mezcla continua con SikaGrout®-3320. Consulte a su departamento técnico local de Sika Sika para asesoramiento.

## 5 SEGURIDAD Y SALUD

### 5.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS



Se evaluarán adecuadamente los riesgos para la salud y la seguridad derivados de la caída de objetos o de defectos en la estructura.

### 5.2 PROTECCIÓN INDIVIDUAL



#### Seguridad en el trabajo!

Manipular o procesar productos cementosos puede generar polvo, lo que podría originar irritación en los ojos, piel, nariz y garganta.

Siempre que se manipule y se mezclen los productos se deberá usar protección ocular apropiada. Las máscaras para polvo deberán usarse para proteger la nariz y la garganta del mismo.

Deberán llevarse siempre zapatos de seguridad, guantes y otras protecciones adecuadas para la piel.

Lávese minuciosamente las manos con jabón después de manipular los productos y antes de consumir alimentos.

CONSÚLTASE LA HOJA DE SEGURIDAD PARA INFORMACIÓN DETALLADA DEL MATERIAL

### 5.3 PRIMEROS AUXILIOS



Busque atención médica inmediata en caso de inhalación, ingestión o contacto ocular que pudiera causar irritación. No induzca el vómito a menos que lo indique el personal médico.

Enjuague los ojos con abundante agua limpia, levantando ocasionalmente los párpados superior e inferior. Quítese las lentes de contacto inmediatamente. Continúe enjuagando los ojos durante 10 minutos y luego busque atención médica.

Enjuague la piel contaminada con abundante agua. Quite la ropa contaminada y continúe enjuagando durante 10 minutos. Busque atención médica.

PARA INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

## 6 MEDIO AMBIENTE

### 6.1 LIMPIEZA DE EQUIPOS/EQUIPAMIENTO

Limpie todas las herramientas y el equipo de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. El material endurecido sólo puede retirarse mecánicamente.

### 6.2 ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS



No se verterán materiales sobrantes en desagües. Evite el vertido en el suelo o en canales o alcantarillas. Deseche el material no deseado de manera responsable a través de un contratista autorizado en la gestión de residuos, de acuerdo con la legislación local y / o los requisitos de la autoridad regional.

PARA OBTENER INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

## 7 PLANIFICACIÓN

Es fundamental planificar los trabajos con antelación para minimizar los imprevistos durante las operaciones de grouting. Por lo tanto, antes de iniciar la aplicación, se debe realizar una reunión para coordinar las tareas de cada uno de los miembros del equipo y verificar que todos los materiales y equipos estén disponibles en el lugar.

## 8 RECOMENDACIÓN DE PASOS PARA EL VERTIDO DEL GROUT

Los pasos pueden ser los siguientes:

1. Calcular la cantidad de grout necesario. Realizar el pedido de material.
2. Comprobar la previsión meteorológica para planificar las medidas necesarias para las aplicaciones.
3. Planificar el tiempo y las pausas.
4. Planes de contingencia.
5. Suministro de energía y agua.
6. Inspección previa del soporte.
7. Métodos de reparación.
7. Trabajos previos. Preparación del equipo.
8. Vertido.
9. Control de calidad.
10. Métodos de curado.
11. Herramientas de limpieza.
12. Eliminación de residuos.
13. Inspección final.

### 8.1 CANTIDAD DE GROUT

El rendimiento de un producto puede determinarse a partir de la siguiente ecuación (suponiendo que no hay desperdicio).

$$\text{Ecuación:} \quad \text{rendimiento (litros)} = \frac{\text{peso en polvo (kg)} + \text{peso del agua (kg)}}{\text{Densidad de la mezcla (kg/l)}}$$

Sabiendo que el peso de 1 litro de agua es ~1 kg

#### Ejemplo:

Calcular el consumo de un saco de 25 kg mezclado con 2,0 litros de agua, cuando la densidad del material fresco es de 2,4 kg/l.

$$\text{1 saco de 25 kg rinde:} \quad \frac{(25 + 2.0)}{2.4} = \sim \mathbf{11.25 \text{ litros de mortero}}$$

Por lo tanto, el número de sacos requerido para 1 m<sup>3</sup> de mortero será:

$$\begin{aligned} \text{Número de sacos requeridos para 1m}^3 &= (1/\text{rendimiento}) \times 1000 \\ &= (1/11.25) \times 1000 = \sim \mathbf{89 \text{ sacos} = 2225 \text{ kg}} \end{aligned}$$

**Para el cálculo de la cantidad de grout hay que tener en cuenta en torno a un 10% adicional.**

## 8.2 COMPROBAR LA PREVISIÓN METEOROLÓGICA

Las temperaturas y las condiciones climáticas tienen un papel importante en la aplicación de materiales a base de cemento.

- Preparación del soporte
- Dosificación de agua (vida útil, tiempo de trabajabilidad)
- Tiempo de fraguado y desarrollo de la resistencia (desarrollo más lento a temperaturas más frías)
- Precauciones especiales (por ejemplo, acondicionamiento del agua en caso de condiciones frías o cálidas, mantas de curado calentadas, etc.). Consulte las secciones de condiciones de clima cálido y de clima frío.
- Protección de la zona de aplicación y del equipo
- Técnica de curado

Durante la aplicación, deben registrarse y controlarse las temperaturas del soporte y del ambiente. También habrá que registrar la humedad ambiental y la velocidad del viento y tenerlas en cuenta para la proporción de agua y los métodos de curado.

## 8.3 PAUSAS

Las pausas se planificarán de manera que no se interrumpa la mezcla; se mantendrá un proceso de vertido continuo por cimiento y no se parará durante la aplicación.

## 8.4 PLANES DE CONTINGENCIA

Algunas contingencias pueden planificarse de antemano en caso de fallo mecánico, como subestimación de la lechada, fuga en el encofrado, etc. En el caso de algunos equipos, puede que no sea posible disponer de dos en cada proyecto, pero resulta útil saber dónde está el siguiente equipo disponible y con quién hay que ponerse en contacto en caso de emergencia.

Se recomienda disponer del siguiente material para minimizar los imprevistos y los retrasos:

- Cantidad adicional de grout (~+10- 20%)
- Mezclador de repuesto
- Sellador/espuma
- Generador de repuesto (cuando sea posible)
- Mangueras de repuesto (en caso de atascos). Se recomienda tener disponible al menos el doble de la distancia de bombeo de las mangueras.

Los atascos consumen mucho tiempo y pueden romper los equipos.

A continuación se enumeran algunas causas comunes de contingencias y se ofrecen algunas sugerencias para minimizar este riesgo.

Artículo	Posible causa de la obstrucción	Acción para minimizar el riesgo
Máquina mezcladora	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento</li> <li>▪ Óxido y corrosión</li> <li>▪ Material endurecido</li> <li>▪ Montaje incorrecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realice el mantenimiento regularmente (consulte las instrucciones del fabricante)</li> <li>▪ Inspeccione todas las piezas en busca de desgaste y/o daños</li> <li>▪ Eliminar todo el material endurecido</li> <li>▪ Montar de acuerdo con las instrucciones</li> <li>▪ Recambiar la máquina para minimizar las averías</li> </ul>
Máquina de bombeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenimiento</li> <li>▪ Óxido y corrosión</li> <li>▪ Contaminado</li> <li>▪ Montaje incorrecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realice el mantenimiento regularmente (consulte las instrucciones del fabricante)</li> <li>▪ Inspeccione todas las piezas en busca de desgaste y/o daños</li> <li>▪ Eliminar todo el material endurecido</li> <li>▪ Montar de acuerdo con las instrucciones</li> </ul>
Alimentación eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aseguramiento de la potencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Segunda fuente de energía (generador)</li> </ul>
Manguera	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mangueras dañadas</li> <li>▪ Torceduras y dobleces</li> <li>▪ Manguera obstruida</li> <li>▪ Temperaturas extremas</li> <li>▪ Succión</li> <li>▪ Granos atascados en la bomba</li> <li>▪ Manguera demasiado pequeña para el tamaño máximo del árido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mantenga una longitud doble de mangueras (mangueras de repuesto)</li> <li>▪ Colocarlas en línea recta o en curvas suaves</li> <li>▪ Utilice una manguera de longitud corta (siempre que sea posible)</li> <li>▪ Limpie a fondo la manguera después de cada uso</li> <li>▪ Utilice mangueras de diámetro uniforme, no reduzca el diámetro en los acoplamientos</li> <li>▪ Proteger de las condiciones extremas para evitar un fraguado prematuro del material</li> <li>▪ Humedezca previamente la manguera</li> <li>▪ Sobredosificar el agua</li> <li>▪ Sedimentación en la lechada</li> </ul>
Mortero premezclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mortero demasiado seco</li> <li>▪ Mortero con grumos</li> <li>▪ Sedimentación</li> <li>▪ Características diferentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprobar la medición del agua</li> <li>▪ Mezclar hasta que sea homogéneo</li> <li>▪ Comprobar la medición del agua</li> <li>▪ Comprobar el tiempo de mezcla y los sacos utilizados</li> </ul>
Condiciones climáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Temperaturas extremas</li> <li>▪ Endurecimiento rápido, poca fluidez</li> <li>▪ Mortero demasiado fluido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proteger el equipo, trabajar de noche</li> <li>▪ Utilizar el máximo de agua, acondicionar el agua, proteger del sol</li> <li>▪ Comprobar la velocidad de mezclado</li> <li>▪ Ajustar la dosis de agua a bajas temperaturas</li> </ul>
Embalaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación</li> <li>▪ Grumos duros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tenga cuidado al abrir las bolsas</li> <li>▪ Evitar que los envases entren en la mezcla</li> <li>▪ No dañar las bolsas: mojadas, sin protección o rotas</li> </ul>

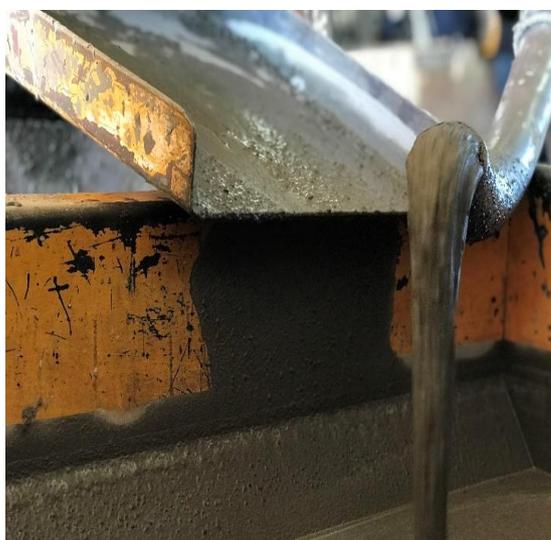
Pausas y roturas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Endurecimiento del mortero en la máquina y la manguera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planificar las pausas antes de empezar</li> <li>▪ No dejar nunca el mortero mezclado sin vigilancia</li> <li>▪ Mantenga la lechada agitada</li> <li>▪ Mantener un flujo continuo de material</li> <li>▪ No parar durante los trabajos de vertido</li> </ul>
Contaminación de la mezcla	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Partículas extrañas</li> <li>▪ Cambio de productos</li> <li>▪ Diferentes características del mortero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proteger el equipo</li> <li>▪ Limpiar a fondo</li> <li>▪ No aceitar las partes en contacto con el mortero</li> </ul>

## 8.5 ENERGÍA Y AGUA

La potencia de los equipos deberá estar aprobada para su uso en la obra. Respete siempre las leyes y restricciones locales cuando utilice equipos con motor diésel. Si se utiliza un motor eléctrico, compruebe que el voltaje requerido está disponible en el lugar de trabajo. Compruebe que hay un suministro adecuado de agua limpia en el lugar de trabajo para llenar la cisterna o los contenedores IBC.

## 8.6 TRABAJOS PREVIOS

- Colocación del equipo de mezcla y bombeo. Colocar lo más cerca posible de la base de la torre.
- Comprobar el correcto funcionamiento del equipo, incluyendo el suministro de energía y agua, antes de comenzar las operaciones de bombeo y vertido.
- Comprobar que se dispone de la cantidad adecuada de grout y de agua potable. Calcular el volumen de grout necesario para la aplicación utilizando la ecuación del apartado 8.1: calcular el rendimiento del producto. Asegúrese de que hay suficiente material en la obra para realizar el trabajo. Tener en cuenta al menos un 10% de material extra.
- Compruebe que los dispositivos de control de calidad están listos, incluido el número de moldes para las muestras de control de calidad.
- Verifique la manguera: longitudes, disposición, acoplamientos. Si es posible, utilice una sola longitud de manguera. Es obligatorio no tener ninguna reducción de diámetro en los acoplamientos. No utilizar mangueras hidráulicas.
- Se utilizará una punta curva en forma de "S" en el extremo de la manguera para facilitar el vertido por debajo de la brida y entre las barras roscadas.



- Prepare las mangueras (lubríquelas con una lechada de cemento y agua, o con Sika MonoTop® -1010, o con un compuesto lubricante, por ejemplo, SikaPump® - Start 1). La longitud recomendada de la manguera para evitar que se mueva el equipo de bombeo es como mínimo el doble del diámetro del pedestal (consulte las especificaciones del proyecto). El diámetro interior mínimo recomendado de las mangueras es de 1,5", aunque es preferible utilizar 2". Pueden elegirse diámetros de manguera mayores y/o longitudes de manguera más cortas para facilitar la ejecución de la lechada.
- Compruebe que el soporte está correctamente preparado y prehumedecido antes de iniciar el procedimiento de bombeo

## 9 PREPARACIÓN DEL SOPORTE

### 9.1 INSPECCIÓN PREVIA

Se inspeccionará previamente el soporte de hormigón en la zona a verter el grout para comprobar si hay fisuras y otros defectos. Cualquier superficie dañada que se detecte deberá ser notificada al Supervisor.

La distancia de separación entre los cimientos y la placa base se comprobará a intervalos regulares desde el interior y el exterior y se comunicará al Supervisor para que vuelva a comprobar el consumo de grout. El espesor de la aplicación deberá estar dentro de los valores de 20 mm y 500 mm. No sobrepasar el espesor máximo de la capa.

Comprobar en al menos 12 puntos opuestos (o según instrucciones del Supervisor y/o del fabricante) que la distancia entre la estructura y la sección de la brida (borde interior y exterior de la torre) es al menos la mínima especificada en los planos del proyecto.

### 9.2 HORMIGÓN

El soporte de hormigón deberá estar completamente limpio, en buen estado y libre de polvo, material suelto, contaminación superficial y materiales que reduzcan la adherencia. El hormigón delaminado, débil, dañado y deteriorado se eliminará con medios adecuados (por ejemplo, escarificación suave y chorro de agua a alta presión >200 bar).

No vibrar el grout ya que esto podría causar segregación y sangrado. Elimine cualquier fuente de vibración antes de iniciar las operaciones de vertido.

Es obligatorio humedecer previamente el soporte de hormigón antes de la aplicación del grout. Consulte la sección 9.6.

Compruebe las temperaturas de los siguientes elementos:

- Temperatura del hormigón del pedestal entre el encofrado ( $5 < T \leq 35^{\circ}\text{C}$ )
- Temperatura de la brida de la sección de acero 1 ( $5 < T \leq 35^{\circ}\text{C}$ )
- Temperatura del hormigón del pedestal fuera del encofrado ( $5 < T \leq 35^{\circ}\text{C}$ )
- Temperatura del encofrado de acero ( $5 < T \leq 35^{\circ}\text{C}$ )
- Agua  $\sim 18\text{-}22^{\circ}\text{C}$  (en condiciones de clima frío) y  $\sim 5\text{-}10^{\circ}\text{C}$  (en condiciones de clima cálido)
- Bolsas / polvo  $\sim 17\text{-}25^{\circ}\text{C}$
- Temperatura ambiente / humedad relativa ( $5 < T \leq 35^{\circ}\text{C}$  / RH <90%)
- Temperatura de la mezcla de lechada medida en la tolva de la bomba  $< 45^{\circ}\text{C}$

La temperatura óptima del soporte es de  $21^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . No aplique el grout sobre un soporte congelado o con temperaturas  $< +5^{\circ}\text{C}$  o superficies  $> +35^{\circ}\text{C}$  durante y después de la aplicación.



Consulte las secciones "vertido en condiciones de calor" y "vertido en condiciones de frío" para obtener más información.

### 9.3 BARRAS ROSCADAS O PERNOS DE ANCLAJE

Para evitar que se produzcan fisuras en la zona de los anclajes durante el montaje de la torre, hay que comprobar que la parte superior de las barras roscadas se ha cubierto adecuadamente con una cinta de de solidarización (de unos 6 mm de espesor) antes de iniciar las operaciones de vertido. Para ello, se pueden utilizar manguitos prefabricados o cinta adhesiva. Cuando se utilicen manguitos prefabricados, éstos deben ser ligeramente más cortos que el espesor mínimo previsto de la lechada (~1,0 - 0,5 cm) para dejar escapar el aire que podría quedar atrapado durante las operaciones de vertido. Esta última sección de 0,5- 1,0 cm debe cubrirse con cinta aislante. Sellar los extremos con el Sikaflex® adecuado.

### 9.4 CALZOS Y PLACAS DE NIVELACIÓN

Las recomendaciones del especificador y del fabricante se seguirán siempre por encima de cualquier declaración indicada en este documento.

Utilizar cuñas redondas siempre que sea posible para minimizar el aire arrastrado.

Utilice las calzas para garantizar el espesor de la lechada, definido por la diferencia de nivel entre el pedestal y la cara superior de las calzas. Compruebe la horizontalidad de todos los puntos de apoyo con un nivel de paso.

Se recomienda marcar el lugar de las calas de nivelación para prestar especial atención durante las operaciones de vertido para minimizar los puntos vacíos.

### 9.5 ENCOFRADOS TEMPORALES

El encofrado será más alto que la parte inferior de la placa base para evitar el exceso de agua, permitir el curado con agua y, si es posible, crear una cabeza de presión normalmente >20 - 30 mm, según las indicaciones del Especificador. El encofrado no debe absorber humedad. No utilice encofrados de aluminio o madera. Se recomienda utilizar rigidizadores metálicos para asegurar la curva y la posición del encofrado durante todo el proceso de vertido.

Se aplicarán agentes desencofrantes al encofrado antes de colocarlo en su posición para no contaminar el soporte. El encofrado será estanco y estará diseñado con medios para eliminar el exceso de agua después de la prehumectación.

Se utilizará espuma expansiva Sika Boom® para sellar el espacio entre el encofrado y la cimentación.

El soporte expuesto se protegerá para evitar la entrada de residuos o contaminación hasta que esté listo para el vertido.

El encofrado se inspeccionará 24 horas antes del vertido para comprobar su integridad, colocación y estanqueidad. Cualquier medida correctiva deberá completarse con tiempo suficiente antes de la operación de vertido. Se recomienda verter al menos 1 cm por encima del nivel inferior de la brida, a menos que se defina algo diferente en el proyecto.

Se puede adherir una cinta de aislamiento alrededor del perímetro de la placa base para permitir cierta expansión térmica de la torre contra el grout, según las indicaciones del Especificador. Tenga cuidado de que en condiciones de frío y alta humedad la cinta de aislamiento se adhiera suficientemente a la superficie. Coloque la cinta de aislamiento por encima del nivel inferior de la brida (en el lado externo e interno de la brida) para no atrapar aire. Utilice la cinta de aislamiento como indicación del nivel máximo de llenado. Retirar la cinta de aislamiento después del vertido, limpiar a fondo y rellenar el hueco con un sellador SikaFlex® para evitar la entrada de agua.

## 9.6 HUMECTACIÓN DEL SOPORTE

Las superficies de hormigón deberán ser saturadas con agua limpia 24 horas antes de la aplicación de SikaGrout®-3320 hasta obtener una superficie saturada y seca (SSD).

Justo antes de la aplicación, retire el exceso de agua, por ejemplo, utilizando una esponja limpia para áreas pequeñas o aire a presión para áreas grandes. Asegúrese de que no hay agua estancada en la superficie. La superficie debe tener un aspecto mate oscuro sin brillos y los poros y fosas de la superficie no deben contener agua (SSD). Utilice aire a presión (sin aceite) para eliminar el exceso de agua en las zonas de difícil acceso. La superficie no debe dejarse secar antes de la aplicación.

## 10 MEZCLADO

La mezcla del SikaGrout®-3320 debe realizarse únicamente con agua limpia, sin ningún otro producto adicional. La proporción de mezcla del SikaGrout®-3320 está entre el 6,75% y el 8%, lo que significa entre 1,68 y 2 litros de agua por cada 25 kg de polvo. No utilice agua más allá de estos límites máximos y mínimos establecidos.

Utilice técnicas precisas para medir la cantidad de agua. Utilizar únicamente agua potable y limpia.

El SikaGrout®-3320 se puede mezclar con un mezclador de taladro manual de baja velocidad (< 500 rpm) para cantidades muy pequeñas o utilizando un mezclador de acción forzada. Verter 1 bolsa de polvo dentro de la mezcladora. Una vez que esté listo, añadir la cantidad total de agua dentro de la mezcladora. Después de aproximadamente 30 segundos, añadir el polvo adicional gradualmente. Mezclar bien durante al menos 4 minutos adicionales, añadiendo agua limpia potable si es necesario hasta la cantidad máxima especificada y ajustar a la consistencia requerida.

La mezcla deberá realizarse siempre de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la última hoja de datos del producto (PDS).

Para conocer el equipo de mezcla adecuado, consulte la sección 4.5 de este método de ejecución.

## 11 CONTROL DE CALIDAD

Las siguientes recomendaciones para el control de calidad deben realizarse durante el proceso de vertido (antes, durante y después). Todos los resultados deben ser registrados.

[A] Control de calidad del soporte - Antes y después de la preparación

Característica	Referencia	Frecuencia	Parámetro
Limpieza del hormigón	Visual	Después de la preparación e inmediatamente antes de la aplicación	No hay contaminación, partículas sueltas o defectos
Defectos	Visual	Después de la preparación	No hay hormigón dañado ni fisuras
Rugosidad	Visual	Después de la preparación	Rugosidad mínima de 2 mm; no se debe exceder la rugosidad ya que afectará al flujo
Encofrado	Visual	Después de la preparación	Resistente, estanco y sin agente desencofrante en el soporte
Superficie mojada	Visual	Después de la preparación	No hay exceso de agua ni encharcamiento (SSD)

[B] Condiciones climáticas - Antes y durante la aplicación

Característica	Referencia	Frecuencia	Parámetro
Temperatura ambiente y de soporte	Registro	Durante la aplicación	Dentro de los límites de la PDS
Humedad ambiental	Registro	Durante la aplicación	Dentro de los límites de la PDS
Precipitaciones	Registro	Durante la aplicación	Mantener registros y proporcionar protección

[C] Grout Quality Control – During Mixing and Application

Característica	Referencia	Frecuencia	Parámetro
Embalaje	Visual	Todas las bolsas	No hay daños
Número de lote	Visual	Todas las bolsas	Mantener los registros
Aspecto del producto seco	Visual	Cada bolsa	Suelto, sin grumos y no compactado
Material mezclado	Visual	Durante el mezclado	Homogéneo, sin grumos ni polvo seco sin mezclar
Sangrado Sedimentación	Visual	Después de la mezcla	No hay sangrado ni segregación
Resistencia a la compresión	ASTM C109/ EN 196	Número de muestras por prueba según los requisitos del fabricante	Intervalos de prueba y tamaños de las muestras según los requisitos del especificador, por ejemplo, 1d, 3d, 7d, 28 días
Característica de flujo: método de flujo extendido	EN 13395-1 ASTM C230	Cada mezcla	250 - 300 mm de diámetro a 10' tomando el material en la manguera

El control de calidad del grout se realizará junto a la aplicación en la torre. Se dispondrá de una superficie estable y nivelada para comprobar las características de fluidez. El área deberá estar cubierta y protegida del viento, la lluvia y la luz solar directa.

Los moldes de prismas y cubos se prepararán junto a la torre de aplicación con disposiciones para proteger las muestras hasta que se retiren un mínimo de 24 horas a un laboratorio de pruebas acreditado, por ejemplo, en un contenedor, una caja totalmente aislada, etc. Las muestras no se transportarán mientras la lechada esté fresca. El laboratorio de ensayos acreditado enviará al supervisor, durante la fase de planificación, un método que detalle cómo se prepararán, almacenarán y retirarán las muestras de la obra al laboratorio.

[C] Control de calidad de la lechada - Después de la aplicación

Característica	Referencia	Frecuencia	Parámetro
Defectos	Visual	28 días después de la aplicación	Sin defectos
Relleno bajo la placa base	Visual	Después de la eliminación del curado	No hay huecos

## 12 PROCEDIMIENTO DE BOMBEO

### 12.1 APLICACIÓN - COLOCACIÓN DEL GROUT

- El grout debe colocarse lo más rápidamente posible después de haberlo mezclado y descargado correctamente. Utilice la lechada ~5' - 15' minutos después de la mezcla para aprovechar las propiedades óptimas de fluidez. El grout se coloca en la tolva de la máquina y se bombea a través de una manguera hasta el punto de colocación. La colocación del grout debe terminarse dentro del tiempo de vida útil de la primera mezcla (hasta 180 minutos a +20 °C).



- Colocar el grout a través de la boquilla doblada (con forma de "s") y en la parte inferior del encofrado para que fluya desde abajo hacia arriba para expulsar el aire y mantener un impulso. El punto de colocación se puede mover lentamente a lo largo del lado de la placa y se mueve al mismo ritmo que la cara de lechada se mueve a lo largo de la placa en el lado opuesto.
- Comenzar el proceso de bombeo contra el encofrado temporal instalado debajo de la brida en T y radial en la zanja para evitar que el grout fluya en dos direcciones. Con ello controlaremos la junta entre el fresco y el colocado previamente, asegurándonos de que sea vertical. Una vez que se ha vertido casi todo el grout necesario, este encofrado temporal debe retirarse cuidadosamente para que podamos terminar de verterlo. El número de encofrados temporales debe definirse en función de las necesidades del proyecto y de las condiciones de la obra.
- No intente alterar la dirección de la lechada ya que el bombeo desde diferentes posiciones puede atrapar aire. Mantenga siempre una altura de presión suficiente durante el bombeo.
- Asegure un proceso de bombeo continuo para evitar el atrapamiento de aire y evitar que el flujo de grout se detenga. Siga bombeando hasta que el nivel de grout esté por encima de la placa base inferior, tal y como se ha indicado anteriormente en este documento.
- Compruebe constantemente los hombros expuestos interiores y exteriores de grout para asegurarse de que se llena correctamente.
- No utilice cadenas, ya que éstas podrían atrapar el aire.
- No hacer vibrar el encofrado o el grout, ya que esto podría causar sangrado o segregación. Asegúrese de que cualquier fuente de vibración se retira o se detiene antes de colocar el grout.
- El vertido por etapas se aplica dividiendo grandes volúmenes o largas distancias en partes manejables (máximo en 3 partes en circunstancias críticas). En condiciones de clima cálido, se recomienda hacerlos en encofrados temporales, de una sola vez, para minimizar las juntas frías. En este caso, la manguera de bombeo se desplazará detrás de la lengüeta de lechada manteniendo al menos un metro de distancia. La decisión de cómo dividir las partes se determinará en el período de planificación y se acordará con el Supervisor. Al decidir el número de etapas hay que tener en cuenta:
  - Temperaturas
  - Rugosidad del soporte
  - Espacio libre entre la placa base y los cimientos
  - Obstáculos
  - Fluidez de la lechada
  - Altura de presión



## 12.2 APLICACIÓN EN CONDICIONES DE CALOR (> +28 °C)

El rango de temperatura de aplicación del SikaGrout®-3320 es de +5°C a +35°C, siendo +20 °C el óptimo.

Evítelo si es posible.

Cuando se espere que la temperatura máxima del día sea >+35°C, cubrir el área general de aplicación 2-3 días con membranas blancas y proteger de la luz solar directa. Algunos proyectos pueden no permitir el vertido durante el día por encima de +35°C. Comprobar los requisitos con el Supervisor antes de comenzar el trabajo.

Humedecer previamente la superficie con agua fría (< 20°C) 24 horas antes del vertido, mantenerla saturada y cubierta. La temperatura del soporte en el momento de la aplicación deberá ser óptima <+21 - 27°C. Proteger la zona de trabajo de la luz solar directa con refugios temporales o toldos. No mezclar ni exponer el equipo, los materiales o la aplicación a la luz solar directa.

Almacenar SikaGrout®-3320, el agua y el equipo en instalaciones con contenedores refrigerados. La temperatura del grout en el momento de la aplicación deberá ser óptima <+21 - 27°C, más fría si es posible. Aplicar el grout cuando las temperaturas estén bajando. Colocar agua fría (enfriada con un enfriador de agua) para la mezcla. Si no se dispone de un enfriador, poner hielo en el agua de mezclado y esperar a que el hielo se haya derretido antes de utilizarla como agua de mezclado. Coloque membranas blancas o similares sobre las mangueras para que se mantengan frescas y reflejen el sol y, si es posible, no utilice mangueras negras, ya que éstas aumentarán la temperatura de la mezcla.

Una vez que el grout esté listo, cúrelo bajo el agua. Mantener el método de curado durante al menos 3 días después de la aplicación.

Todas las medidas son orientativas y deben ser acordadas con el Supervisor en la fase de planificación y escritas en el procedimiento de ejecución.

## 12.3 APLICACIÓN EN CONDICIONES DE FRÍO (< +5 °C)

Evítelo si es posible.

Si no es posible, cuando la temperatura mínima del día sea de 0 - +5°C, cubra la zona general de aplicación 2-3 días antes del vertido. Utilizar un sistema de protección térmica y calefactores homologados en la obra para calentar bajo las cubiertas y dentro de la torre (si procede) un mínimo de 1-2 días antes del vertido.

Prehumedecer la superficie con agua caliente a +25°C 24 horas antes del vertido, mantenerla saturada y cubierta. No permita que el agua se congele. Eliminar el exceso de agua antes del vertido.

La temperatura del soporte en el momento de la aplicación debe ser >+5°C. Si la superficie de hormigón está rebajada, puede ser posible llenarla con agua y utilizar un elemento calefactor de obra aprobado para mantener el agua estancada caliente.

Almacene SikaGrout®-3320, el agua y el equipo en instalaciones de contenedores con clima controlado a ~21°C. La temperatura de la lechada en el momento de la aplicación se recomienda un óptimo de +15 - 21°C.

Vierta la lechada cuando las temperaturas estén subiendo y no la vierta por la noche. Después de la aplicación, utilice mantas aislantes o mantas de curado calefactadas durante 2 días para proteger la lechada fresca de las temperaturas frías y las heladas.

Utilizar el sistema de carpa calefactada cuando el vertido sea <0°C y mantener la temperatura de la carpa ~+21°C durante 2 días antes del vertido y 1 día después del mismo.

Todas las medidas son orientativas y deben ser acordadas con el Supervisor en la fase de planificación y escritas en el procedimiento de ejecución.

## 12.4 CURADO

El curado es esencial para evitar un secado prematuro que podría dar lugar a problemas de fisuración y desprendimiento. El procedimiento de curado debe ser aprobado por el supervisor siguiendo las instrucciones del fabricante de la turbina.

Proteja el grout fresco del secado prematuro justo después de colocarla. Utilice la siguiente técnica de curado para proteger el grout fresco:

- Curar bajo el agua durante al menos 3 días o como se indique en las especificaciones del proyecto. Este es el método recomendado

Se pueden adoptar medidas adicionales de curado como:

- Curado bajo el agua
- Geotextiles
- Láminas de plástico blancas (reflejan el sol)
- Láminas de plástico negro (temperaturas frías)
- Otras membranas adecuadas

La aplicación deberá estar protegida del viento, la lluvia, las heladas y la luz solar directa. El periodo de curado depende de las condiciones ambientales. En temperaturas cálidas con baja humedad, la aplicación deberá mantenerse húmeda para evitar un secado prematuro. Siga siempre las especificaciones del fabricante.

Una vez que el grout esté listo, cúrelo bajo una capa de agua. El método de curado se mantendrá al menos durante 3 días. Siga el procedimiento del fabricante.

Se aplicarán métodos adicionales para evitar la evaporación del agua o el cambio de temperatura del agua. Estos métodos pueden ser los siguientes:

- Láminas de plástico (polietileno) u otras membranas adecuadas
- Protección mediante placas de poliestireno extruido.
- Esteras aislantes y/o estereras térmicas o mantas especiales de curado con calefacción o láminas de burbujas de aluminio en caso de clima frío para mantener el agua de curado al menos a  $\sim 10^{\circ}\text{C}$  o a  $\sim 22^{\circ}\text{C}$  en caso de clima cálido
- Aplicar láminas de plástico blancas (reflejan el sol en condiciones de clima cálido) o láminas de plástico negras (temperaturas frías)

Mantener este curado hasta el fraguado final de la lechada, a menos que se especifique otro. El fraguado final puede determinarse como aquel tiempo en el que no se puede penetrar la lechada con una llana de punta. Retirar el encofrado cuando la resistencia a la compresión  $\geq 40\text{ MPa}$  o de otra manera especificada.



## 12.5 LÍMITES DE LA APLICACIÓN

- Evitar la aplicación bajo el sol directo y/o con fuertes corrientes de aire.
- Aplicar sólo sobre un soporte sano y preparado.
- No añadir agua adicional durante el acabado de la superficie, ya que esto causará decoloración y fisuración.
- No aplicar un vertido como reparación de parches o superposición en zonas no confinadas (aplicaciones horizontales y libres)
- No añadir agua por encima de la dosis máxima recomendada
- Proteger contra las heladas y las temperaturas muy frías
- La temperatura de la lechada fresca y del soporte no debe diferir significativamente

- No aplicar SikaGrout®-3320 por encima del espesor máximo de capa recomendado
- Mantener los hombros expuestos al mínimo

## 13 NOTAS LEGALES

La información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y el uso final de los productos Sika, han sido dadas de buena fe basándose en los conocimientos y experiencia actuales de Sika cuando se almacenan, manipulan y aplican correctamente en condiciones normales de conformidad con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, los soportes y las condiciones reales del sitio son tales que no se puede inferir ninguna garantía con respecto a la comerciabilidad o aptitud para un propósito particular, ni ninguna responsabilidad derivada de cualquier relación jurídica de esta información, de cualquier recomendación escrita, o de cualquier otro consejo ofrecido. El usuario del producto debe probar la idoneidad de los productos para la aplicación y propósito previstos. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos de propiedad de terceros deben ser tenidos en cuenta. Todas las órdenes son aceptadas sujeto a nuestras condiciones actuales de venta y entrega. Los usuarios siempre deben referirse al número más reciente de la Hoja de Datos de Producto local para el producto en cuestión, copias de las cuales serán suministradas bajo petición.