

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM: SUELO CEMENTO, CON SUELO PROCESADO (SIN PROV DE MATERIAL - CONTENIDO MINIMO 5 % DE CEMENTO)

UNIDAD: m3

CODIGO: GM-VIA-SUE-0177



1.- DESCRIPCIÓN

Este ítem comprende los trabajos de provisión y colocado de la base de suelo cemento para el mejoramiento de la sub rasante de la vía o bases de suelo mejorado, adecuadamente compactada, nivelada con los peraltes, pendientes o bombeos, de acuerdo al proyecto, planos de detalle y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

MATERIALES:

- CEMENTO

EQUIPO Y MAQUINARIA:

- VIBRO COMPACTADORA RODILLO LISO
- MOTONIVELADORA
- CAMION CISTERNA 6000 Lt
- RETROEXCAVADORA
- CAMION VOLQUETA 10 m3

Sin embargo, el listado precedente no puede ser considerado restrictivo o limitativo en cuanto a la provisión de cualquier otro material, herramienta y/o equipo adicional necesario para la correcta ejecución y culminación de los trabajos. En todo caso, el empleo de insumos adicionales a los señalados en la propuesta y que resultasen necesarios durante el periodo de ejecución de la obra, correran por cuenta del Contratista a fin de que se garantice que los trabajos sean ejecutados y culminado de manera adecuada y a satisfacción de la Supervisión de Obra, aclarando que este aspecto no implicará en ningún caso un costo adicional para la Entidad.

CEMENTO

El cemento utilizado será Cemento Portland de tipo normal, de calidad y condición aprobadas, cuyas características satisfagan las especificaciones para cemento Portland tipo "I" y deberá cumplir la NB 011.

Se deberá utilizar un solo tipo de cemento, excepto cuando se justifique la necesidad de empleo de otros tipos de cemento, siempre que cumplan con las características y calidad requeridas para el uso destinado, o cuando el Supervisor de Obra lo autorice en forma escrita en el Libro de Órdenes.

El cemento vendrá perfectamente acondicionado en bolsas herméticamente cerradas, con la marca de fábrica. La aceptación del cemento, podrá estar basada en la certificación de la fábrica o en la factura de compra emitida por el distribuidor mayorista, en la que se indique claramente la fecha de adquisición.

El cemento se debe almacenar en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y de la humedad, es decir, se debe guardar en un lugar seco, abrigado y cerrado, quedando constantemente sometido a examen por parte del Supervisor de Obra.

Las bolsas de cemento almacenadas, no deben ser apiladas en montones mayores a 10 unidades.

El cemento que por cualquier motivo haya fraguado parcialmente, debe rechazarse. El uso de cemento recuperado de bolsas rechazadas, no será permitido.

Todo cemento que presente grumos o cuyo color esté alterado será rechazado y deberá retirarse de la obra, así mismo, el cemento que haya sido almacenado por el Contratista por un período de más de 60 días necesitará la aprobación del Supervisor antes de ser utilizado en la obra.

En caso de disponerse de varios tipos de cemento, estos deberán almacenarse por separado.

El cemento a ser empleado deberá cumplir con la calidad requerida según los ensayos de: finura de molido, peso específico, fraguado, expansión y resistencia, pudiendo ser exigida su comprobación por el Supervisor de Obra.

AGUA

Debe ser potable, limpia, clara y no contener más de 5 g/L de materiales en suspensión ni más de 15 g/L de materiales solubles perjudiciales a la mezcla suelo-cemento.

No deberán emplearse aguas de alta montaña ya que por su gran pureza son agresivas a la mezcla suelo-cemento, tampoco aguas con PH<5, ni las que contengan aceites, grasas o hidratos de carbono.

Tampoco se utilizarán aguas contaminadas con descargas de alcantarillado sanitario. La temperatura del agua deberá ser al ambiente o superior a 10 °C.

El Supervisor de Obra deberá aprobar por escrito, en el Libro de Órdenes, las fuentes de agua a ser utilizadas.

SUELO

Los materiales a estabilizar con cemento serán suelos locales provenientes de la propia vía o de yacimientos. El empleo de suelo local sólo es viable cuando éste se presenta con bastante uniformidad a lo largo del tramo y es capaz de garantizar propiedades uniformes al suelo-cemento.

El suelo debe estar exento de materia vegetal u orgánica, o cualquier otra sustancia que perjudique el fraguado y resistencia de la mezcla, además debe cumplir los siguientes requisitos:

- Composición Granulométrica

Los materiales a estabilizar con cemento no deberán tener partículas de tamaño mayor a un tercio del espesor de la capa a compactar ($1/3 H$) y no más de dos pulgadas (50 mm).

El suelo a ser utilizado debe ser procesado, tamizado y se recomienda que debe cumplir la siguiente tabla de composición granulométrica.

Porcentaje por peso del material que pasa por tamices con malla cuadrada según:

AASHTO T-11 y T-27
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA RECOMENDADA

TAMIZ		% PASA EN PESO
STANDARD	ALTERNATIVO	
3"	75 mm	100
Nº 4	4.75 mm	55 – 100
Nº 40	0.425 mm	15 – 100
Nº 200	0.075 mm	5 – 35

- La gradación que pasa el tamiz Nº 40 deberá tener un límite líquido inferior o igual a 25 % y un índice de plasticidad inferior o igual a 6 %. Pasando estos límites, el equivalente de arena deberá ser mayor que 30 %.

- El porcentaje del material que pase el tamiz Nº 200 no debe exceder a 2/3 del porcentaje que pasa el tamiz Nº 40.

- El agregado retenido en el tamiz Nº 10 debe estar constituido de partículas duras y durables, exentas de fragmentos blandos, alargados o laminados y exentos de materia orgánica, terrones de arcilla y otra sustancia perjudicial.

- Composición Química

El análisis químico de una muestra de suelo debe cumplir los siguientes requisitos de sulfatos:

- Sulfatos, expresado en $SO < 0,5 \%$, en peso

- Sulfatos o de sales totales $< 1 \%$, en peso

Si estos límites son sobrepasados, deberá emplearse para la estabilización cemento Pórtland resistente a los sulfatos.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

Se exigirá determinadas condiciones de no susceptibilidad al agua, resistencia, y durabilidad, en conformidad con los espesores, alineamiento y secciones transversales indicados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor de Obra.

De acuerdo al volumen y tamaño del proyecto, se podrá requerir que la mezcla de todos los materiales componentes sea realizada en una planta de dosificación fija o transportable. El Contratista podrá proponer un método constructivo de mezclado in situ en función de una óptima utilización de los materiales locales, la misma que deberá ser necesariamente aprobada por el Supervisor de Obra.

ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

El tipo y composición de la mezcla será presentado por el Contratista, al Supervisor de Obra, con una anticipación de 30 días a partir de la fecha prevista para iniciar la ejecución, añadiendo los resultados de los ensayos de laboratorio realizados para respaldar dicha dosificación. Para su empleo, la dosificación será aprobada por escrito, en el Libro de Órdenes, por Supervisor de Obra basándose en los resultados de los ensayos de verificación realizados en el tramo de prueba. A esta dosificación aprobada se denomina "fórmula de trabajo".

La ejecución de la capa no deberá iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará las siguientes características:

- El contenido de cemento expresado en kilogramos por m^3 de mezcla de acuerdo a lo solicitado en el presente ítem, la marca y tipo de éste.

- El contenido mínimo de cemento es del 5 %, el cual deberá cumplir la resistencia mínima requerida de acuerdo a la composición de la mezcla previamente aprobada.

- Contenido de agua en las distintas etapas: inicial, de mezcla y la humedad de compactación.

- El valor mínimo de la densidad a obtener que no será menor a 98 % de la máxima densidad de la mezcla, determinada con la energía y humedad óptima del método AASHTO T-99.

- El valor mínimo de la resistencia promedio a la compresión simple de la mezcla compactada a los siete días.
- Si durante la ejecución de la obra no se obtuvieran los resultados previstos, el Contratista deberá corregir la fórmula de trabajo realizando otros ensayos.

Hay que considerar que, el control de humedad óptima y del peso específico seco máximo aparente se usan los valores obtenidos en el ensayo de compactación de campo que, dentro de ciertos límites, acostumbran ser diferentes de los ensayos originales de laboratorio. Por tanto, la cantidad de cemento debe ser mantenida tal como lo especifica el ensayo original de dosificación.

TRAMO DE PRUEBA

Al iniciar los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ella se verificará el comportamiento del equipo y se establecerá el plan de trabajo.

Se tomarán muestras del suelo estabilizado y se ensayarán para determinar conformidad con las condiciones especificadas sobre resistencia, granulometría, humedad, espesor de la capa, densidad, proporción de cemento y demás requisitos exigidos.

Si los ensayos indican que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, se efectuarán inmediatamente las correcciones necesarias y, cuando sea necesario, se modificará la fórmula de trabajo, repitiéndose el tramo de prueba una vez efectuadas las correcciones.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

La superficie de la plataforma al nivel de sub-rasante deberá estar preparada tal como se indica en las especificaciones técnicas y los planos de diseño del proyecto.

MEZCLA DE SUELO – CEMENTO PREPARADA EN PLANTA DE DOSIFICACIÓN FABRICACIÓN DE LA MEZCLA

En caso que se realice la fabricación de la mezcla en una planta de dosificación esta se realizará en una mezcladora provista de dosificadores que permitan suministrar, por separado, el suelo disgregado, con humedad uniforme, el cemento y el agua en las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo.

Se medirá la humedad del suelo disgregado, inmediatamente antes de su mezcla con el cemento, y deberá ser tal, que permita una mezcla uniforme e íntima de ambos, y no deberá rebasar la fijada en la fórmula de trabajo en $\pm 2\%$.

Una vez mezclados el cemento y el suelo, de manera que en el amasijo no se aprecien grumos de cemento, se añadirá el agua necesaria hasta alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo.

Se proseguirá con el amasado hasta obtener un material homogéneo. Cuando no se disponga de un medio rápido que asegure la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que ésta presente un color uniforme.

A partir de los ensayos iniciales, la ejecución del tramo de prueba y las condiciones particulares de la obra, el Supervisor de Obra fijará el tiempo máximo desde el comienzo de la adición de agua hasta que la compactación esté terminada, que no excederá las cuatro horas (4 horas).

Las estabilizaciones con cemento se efectuarán cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea superior a los cinco grados centígrados (5°C), y no exista fundado temor de heladas. No se permitirá la ejecución de suelo cemento en lluvia o cuando, a criterio del Supervisor de Obra, existiera riesgo de que se presenten condiciones climáticas adversas.

TRANSPORTE DE LA MEZCLA

Para tal fin el Contratista preverá a su costo el transporte de la mezcla desde la planta hasta el punto de provisión para dicho fin se tomarán las mayores precauciones para reducir al mínimo la segregación y las pérdidas de humedad.

Para evitar pérdidas apreciables de humedad, se deberá cubrir la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados, a juicio del Supervisor de Obra.

EXTENDIDO DE LA MEZCLA

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. Se recomienda la utilización de una distribuidora mecánica.

El espesor de la capa antes de compactar, deberá ser tal que con la compactación se obtenga el espesor previsto en los planos con las tolerancias establecidas, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá el incremento del espesor mediante capas delgadas, una vez efectuada la compactación.

No se permitirá la colocación de la mezcla por semi anchos continuos, con más de noventa minutos (90 min) de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones, a no ser que el Supervisor de Obra autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

Si el suelo estabilizado con cemento se extiende en una sola capa, el equipo de compactación deberá ser capaz de alcanzar la densidad especificada, en todo su espesor. De lo contrario, deberá extenderse el suelo estabilizado en dos (2) o más capas, cada una de espesor lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

En el caso de compactación en dos capas, la capa superior se extenderá inmediatamente después de compactada la inferior. En cualquier caso, la compactación total debe quedar terminada antes de transcurrir el plazo señalado anteriormente. Si no se puede realizar la compactación total dentro de dicho plazo, no se extenderá la capa superior hasta pasados siete días (7), como mínimo.

MEZCLA DE SUELO – CEMENTO PREPARADA IN SITU

Cuando la ejecución sea con suelo local, la capa a ser tratada será escarificada en una profundidad determinada (por cálculo de la relación entre los pesos específicos aparentes de suelo y de suelo-cemento compactado), y luego removida lateralmente para la adecuada preparación de la subrasante. El material a ser

utilizado en la base será entonces recolocado sobre la subrasante, preparado y mezclado.

En el caso más frecuente, de empleo de suelo de yacimiento, el espesor del material es calculado al esparcir con la motoniveladora en la plataforma, y ligeramente compactado con rodillos lisos.

La capa debe ser escarificada y mezclada antes de recibir el cemento.

DISTRIBUCIÓN DEL CEMENTO

El suelo debe ser nivelado, aproximando la sección transversal proyectada.

El cemento debe ser distribuido uniformemente en la superficie, según la cantidad especificada por el ensayo de dosificación.

Desde la distribución del cemento hasta la finalización de todas las operaciones de este ítem, debe transcurrir un máximo de 4 horas.

Cuando se emplea la distribución manual por sacos, se deben colocar equidistantes, de modo de permitir el esparcido uniforme.

Cuando se utiliza la distribución a granel, por proceso mecánico, el equipo debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

MEZCLADO INICIAL

Inmediatamente después de la distribución del cemento, se realizará el mezclado con el suelo.

Se realizará la mezcla seca en repetidas pasadas con el equipo, hasta que la mezcla sea uniforme en distribución y color.

INCORPORACIÓN DE AGUA

Se debe realizar la incorporación del agua hasta alcanzar la humedad óptima, realizando el regado en irrigaciones sucesivas, con incrementos máximos de 2 %, por cada mezcla, hasta llegar a la humedad requerida.

La operación de mezcla húmeda debe ser ejecutada sin interrupciones y la incorporación completa de la cantidad total de agua deberá estar terminada como máximo 3 horas, desde la distribución del cemento.

Después del último regado de agua, el proceso de mezcla debe continuar hasta la completa homogenización de la humedad, en toda la capa suelta.

Terminada la mezcla húmeda, la cantidad de humedad deberá estar comprendida entre 0.9 y 1.1 veces la humedad óptima indicada por el ensayo de compactación realizado en el campo.

COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA

La compactación debe finalizar hasta 4 horas después de la incorporación entre el cemento y agua al suelo; plazo que se reducirá si la temperatura ambiente es superior a treinta grados centígrados (30 °C).

Al principio de la compactación, la humedad del suelo estabilizado con cemento no deberá diferir, de la fijada en la fórmula de trabajo, en más de dos por ciento (2 %). Si, a pesar de ello, al compactar se producen fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, debe reducirse la humedad por batido y/o aireación, hasta que dejen de producirse tales fenómenos.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el borde más bajo de las distintas bandas y continuará hacia el borde más alto de la capa, solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas. Cualquier irregularidad o depresión que se produzca tiene que ser corregida aflojando el material en esos lugares y agregando o removiendo material hasta que la superficie este lisa y uniforme.

En las fases finales de la compactación se evitará sobrecargar el suelo estabilizado con compactadores demasiados pesados, o con procesos de compactación demasiado largos; que en ningún punto podrán exceder al tiempo especificado.

Las zonas que por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando para la compactación de la capa, se compactarán con los medios adecuados para el caso, de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La densidad mínima a obtener deberá ser, como mínimo, igual al 98 % de la que corresponda al porcentaje de la máxima densidad obtenida en el ensayo AASHTO T-99.

ACABADO DE LA SUPERFICIE

Una vez terminada la compactación de la capa no se permitirá ningún incremento de pequeñas capas de material. Sin embargo, y siempre dentro del plazo máximo de ejecución establecido, podrán realizarse ajustes de cota con niveladora, hasta conseguir los niveles y secciones definidas en los planos. A continuación, se procederá a eliminar de la superficie todo el material suelto, por medio de barredoras mecánicas u otros medios adecuados y a la re-compactación posterior del área corregida.

EJECUCIÓN DE JUNTAS

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, debiendo recortarse parte de la capa terminada.

Se dispondrán juntas transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más de tres horas (3 h). Si se trabaja por fracciones de ancho, se dispondrán juntas longitudinales si existe una demora superior a una hora (1 h) entre las operaciones en franjas contiguas. Para el reinicio de actividades en una nueva jornada, se cortará aproximadamente 0.60 m de la capa colocada el día anterior para añadir nueva mezcla en esa zona.

CURADO DE LA MEZCLA

La superficie de la capa se protegerá para que no se produzca pérdidas de humedad, durante por lo menos 7 días, mediante procedimientos sujetos a aprobación por el Supervisor de Obra.

CONTROL DE CALIDAD

Según considere necesario el Supervisor, de acuerdo al volumen y tamaño del proyecto, se describen las siguientes disposiciones de control.

Las proporciones de los materiales sólidos, serán controlados por peso, y el agua por volumen.

Se admitirá una variación del contenido de cemento respecto de la fijada en la fórmula de trabajo del dos por

ciento (+2 %), no admitiéndose variaciones mayores.

CONTROL TÉCNICO

Cada tramo para su pago debe contar con los informes de aprobación de los siguientes controles:

*Certificado de calidad del cemento.

*Verificación del Ph del agua.

*Granulometría y límites de Atterberg del suelo disgregado y mezclado, de muestras tomadas cada 50 metros lineales o mínimo uno por jornada.

*Resistencia a la compresión de cilindros conformados con mezcla suelo-cemento, compuestas gemelas tomadas antes de la compactación cada 80 m a tresbolillo. La resistencia a compresión no deberá ser menor a 25 kg/cm².

La pérdida de peso de las probetas de suelo – cemento, sometidas a ensayos, no deben ser superiores a los siguientes límites (ver tabla adjunta PUNTO 6)

1. Ensayos de compactación para la determinación de la densidad máxima y humedad óptima con una frecuencia determinada por el Supervisor de Obra, cada 500 m³ de material colocado con el método AASHTO T-134.

2. Determinación de la densidad y humedad en sitio cada 50 m lineales en los puntos que obedezcan el orden: borde derecho, eje, borde izquierdo, eje, borde derecho, etc. a

40 cm del borde, y en los puntos donde al juicio del Supervisor de Obra pudieran presentarse deficiencias constructivas.

El Supervisor de Obra podrá definir, basándose en observación visual de la plataforma terminada, el punto de ejecución de los ensayos de densidad.

Para la aceptación, serán considerados los valores promedio de los resultados de los ensayos.

CONTROL GEOMÉTRICO

Después de la ejecución de la capa, se procederá a la nivelación del eje y los bordes cada 10 metros, admitiéndose las siguientes tolerancias:

1. Variación máxima de cotas para el eje y para los bordes de menos 0.010 m (-10 mm) con relación a las cotas de diseño. No se admitirá una variación sistemática en menos con relación a las cotas de diseño.

2. Variación máxima en el ancho de más 0.20 m a cada lado, no admitiéndose variación en menos (-).

3. Variación máxima en el bombeo de más 5 %, no admitiéndose variación en menos (-).

4. El costo de cualquier trabajo adicional que deba realizarse para dar sustentación a la pavimentadora u otro equipo, correrá por cuenta del Contratista.

ACEPTACIÓN DEL SUPERVISOR DE OBRA

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias señaladas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- El recorte y re-compactación de la zona alterada, solo podrá hacerse si se está dentro del plazo máximo fijado para la puesta en obra.

- Si se hubiera rebasado dicho plazo, se deberá reconstruir la zona afectada, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor de Obra.

- No se permitirá en ningún caso la incorporación de capas delgadas para el incremento del espesor de la capa.

- Si el nivel de la capa de suelo estabilizado con cemento queda por debajo del nivel teórico en más de las tolerancias admitidas, se adoptará una de las siguientes soluciones, según las instrucciones del Supervisor de Obra:

*Incremento del espesor de la capa inmediatamente superior, sin pago adicional de la capa colocada en exceso.

*Reconstrucción de la capa de suelo estabilizado con cemento a costo del Contratista.

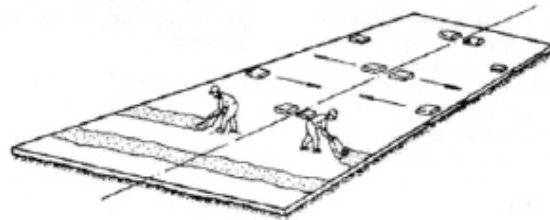
4.- MEDICIÓN

El presente ítem será medido por METRO CÚBICO (m³) de capa de suelo cemento, debidamente ejecutado y concluido por el Contratista; verificado y aprobado por el Supervisor de Obra.

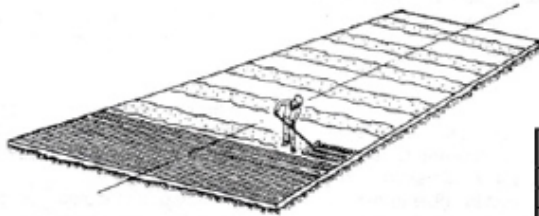
5.- FORMA DE PAGO

El pago del ítem de hará de acuerdo a la unidad y precio presentado. Este costo incluye la compensación total por todos los materiales, mano de obra, herramientas, equipo empleado y demás incidencias determinadas por ley.

6.- DETALLE CONSTRUCTIVO



2a – Distribución de sacos y formación de fajas de cemento



2b – Esparcimiento complementario de cemento

Tabla 5-25
PORCENTAJE DE PERDIDA PROJETAS SUELO - CEMENTO

SUELOS	PORCENTAJE DE PERDIDA
A1, A2-1, A2-5 y A3	14
A2-6, A2-7, A4 y A5	10
A6 y A7	7

Figura 2 – Distribución de sacos y esparcimiento de cemento