

**APOYO TÉCNICO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO CON
ESTÁNDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA ERC S.A.S.**



SARA VIVIANA GUERRERO ARTURO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2017**

**APOYO TÉCNICO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO CON
ESTÁNDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA ERC S.A.S.**



SARA VIVIANA GUERRERO ARTURO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniera Civil**

**Asesor trabajo de grado
ING. ARMANDO MUÑOZ DAVID**

**Co-asesor trabajo de grado
ING. EDGAR RIVERA CASTRO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2017**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de octubre de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”

Artículo 13° del Acuerdo No. 005 de enero de 2010 emanado del Honorable Consejo académico.

Pasto, abril de 2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

COMENTARIOS

ING. ARMANDO MUÑOZ DAVID
Especialista en Administración de Empresas Constructoras
Asesor trabajo de grado

ING. EDGAR RIVERA CASTRO
Co-asesor trabajo de grado

ING. VICENTE PARRA SANTACRUZ
Especialista en Estructuras
Especialista en Docencia Universitaria
Jurado

Pasto, abril de 2017

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos, a:

ARMANDO MUÑOZ DAVID, Ingeniero Civil. Especialista en Administración de Empresas Constructoras, por su orientación y aportes a este trabajo.

EDGARRIVERA CASTRO, Ingeniero Civil, por brindarme la oportunidad de laborar al interior de su empresa para desarrollar este trabajo y por su acompañamiento en el proceso.

A todo el personal que labora en la empresa "ERC S.A.S", por su colaboración y acompañamiento.

A mis maestros, por instruirme en los campos de la ingeniería, y darme las bases para el gran camino que me aguarda.

A la Universidad de Nariño, por brindarme la oportunidad de culminar con éxito mis estudios.

DEDICATORIA

A mis padres y mi hermana, por hacer de mí quien soy y por impulsarme a ser mejor persona cada día.

RESUMEN

Este trabajo contiene el paso a paso del desarrollo del proyecto titulado “Apoyo técnico en la producción de concreto hidráulico con estándares de calidad suministrado por la empresa ERC S.A.S.”

La garantía de un excelente concreto se logra con un buen diseño de mezcla y el uso de materiales de alta calidad, y el seguimiento constante en cada etapa de producción.

A continuación se ven discriminados tres capítulos, el primero de actividades generales realizadas por la pasante, el segundo donde se describen en detalle el acompañamiento técnico para la producción del concreto y el tercero donde se puntualizan los proyectos en los que se participó realizando el suministro.

ABSTRACT

This work contains step by step the development of the project named “Technical support in the production of hydraulic concrete with quality standards supplied by the company ERC S.A.S.”

The guarantee of an excellent concrete is obtained with a good design of mixture and the use of high quality materials, and the constant monitoring in each stage of production.

Below there are differentiated three chapters, the first of general activities carried out by the intern, the second where the technical support for the production of concrete is described in detail and the third details the projects in which there was participation doing the supply.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1. ACTIVIDADES GENERALES | 23 |
| 1.1. RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA | 23 |
| 1.2. RECEPCION Y VERIFICACION DE SOLICITUDES | 23 |
| 1.3. CONTROL DE MATERIALES, PERSONAL Y EQUIPOS | 24 |
| 1.4. RECONOCIMIENTO DE LA PLANTA MÓVIL | 28 |
| 2. APOYO TÉCNICO | 34 |
| 2.1. CALIBRACIÓN DE LA PLANTA MÓVIL | 34 |
| 2.1.1. Calibración de los agregados..... | 34 |
| 2.1.2. Calibración del cemento..... | 39 |
| 2.1.3. Calibración de los fluidos | 41 |
| 2.1.4. Calibración de la fibra de vidrio..... | 43 |
| 2.2. FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO | 44 |
| 2.3. VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DURANTE LA PRODUCCIÓN.. | 50 |
| 2.4. TOMA DE MUESTRAS..... | 51 |
| 2.5. LIMPIEZA DEL EQUIPO..... | 55 |

| | | |
|------|---|----|
| 3. | SUMINISTROS REALIZADOS | 56 |
| 3.1. | PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO | 56 |
| 3.2. | CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS..... | 59 |
| 3.3. | PAVIMENTO PARQUEADERO AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO | 61 |
| 3.4. | ANDENES ESTAMPADOS PARQUEADERO AEROPUERTO | 66 |
| 3.5. | MUROS DE CONTENCIÓN..... | 68 |
| 3.6. | LOSA VIVIENDA MULTIFAMILIAR..... | 70 |
| 3.7. | PAVIMENTO VÍA DE ACCESO PISTA ESCUELA CECAP | 72 |
| | CONCLUSIONES | 74 |
| | RECOMENDACIONES | 76 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 77 |

LISTA DE TABLAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabla 1 | Control cemento..... | 25 |
| Tabla 2 | Calibración de la arena | 36 |
| Tabla 3 | Calibración de la grava | 37 |
| Tabla 4 | Calibración del cemento..... | 40 |
| Tabla 5 | Calibración del agua | 42 |
| Tabla 6 | Calibración del aditivo | 43 |
| Tabla 7 | Dosificación de fibra de vidrio | 44 |
| Tabla 8 | Fórmula de trabajo..... | 44 |
| Tabla 9 | Resultados de resistencia a la compresión de de cilindros..... | 53 |
| Tabla 10 | Resultados de módulo de rotura MR de vigas (algunos ejemplos) | 54 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | | |
|----------------|---|----|
| Ilustración 1 | Verificación del porte de elementos de protección | 24 |
| Ilustración 2 | Almacenamiento de implementos de seguridad personal | 25 |
| Ilustración 3 | Contenedor para almacenamiento de cemento | 26 |
| Ilustración 4 | Almacén de cemento en bodega | 26 |
| Ilustración 5 | Acopio de agregados..... | 27 |
| Ilustración 6 | Carpas para protección de materiales | 27 |
| Ilustración 7 | Planta móvil OMEGA..... | 28 |
| Ilustración 8 | Compartimientos para agregados..... | 30 |
| Ilustración 9 | Tolva para cemento | 30 |
| Ilustración 10 | Tanque de agua de 500 gls | 31 |
| Ilustración 11 | Tanques de aditivos..... | 31 |
| Ilustración 12 | Dispensador de fibra de vidrio | 32 |
| Ilustración 13 | Bandejas de extensión | 32 |
| Ilustración 14 | Luces de alta intensidad | 33 |
| Ilustración 15 | Tablero de controles | 33 |
| Ilustración 16 | Calibración de agregados (compuerta de arena en abertura 1) | 35 |
| Ilustración 17 | Muestras para determinación de humedad | 35 |
| Ilustración 18 | Calibración de agua..... | 41 |
| Ilustración 19 | Calibración de aditivos..... | 42 |
| Ilustración 20 | Carga de materiales con mini-cargador..... | 45 |

| | | |
|----------------|---|----|
| Ilustración 21 | Carga de materiales con retroexcavadora | 45 |
| Ilustración 22 | Distribución manual uniforme de agregados | 46 |
| Ilustración 23 | Carga de cemento por bultos | 46 |
| Ilustración 24 | Carga de cemento en big-bags..... | 47 |
| Ilustración 25 | Abertura de compuertas de agregados | 47 |
| Ilustración 26 | Posicionamiento de tornillo sinfín y las bandejas de salida | 48 |
| Ilustración 27 | Compuertas abiertas y transporte de material por la banda | 48 |
| Ilustración 28 | Salida de fibra de vidrio troceada | 49 |
| Ilustración 29 | Producción de concreto | 49 |
| Ilustración 30 | Toma del asentamiento | 50 |
| Ilustración 31 | Medición del asentamiento | 50 |
| Ilustración 32 | Elaboración de cilindros..... | 51 |
| Ilustración 33 | Elaboración de cilindros y vigas..... | 52 |
| Ilustración 34 | Falla de muestras | 52 |
| Ilustración 35 | Limpieza rutinaria del equipo | 55 |
| Ilustración 36 | Localización pavimento hidráulico | 56 |
| Ilustración 37 | Preparación de la planta móvil | 57 |
| Ilustración 38 | Producción de concreto hidráulico..... | 57 |
| Ilustración 39 | Producción de concreto hidráulico..... | 58 |
| Ilustración 40 | Medición del asentamiento | 58 |
| Ilustración 41 | Toma de vigas y cilindros | 59 |
| Ilustración 42 | Falla de testigos en laboratorio..... | 59 |
| Ilustración 43 | Localización cunetas | 60 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 44 Colocación de concreto | 61 |
| Ilustración 45 Medición del asentamiento | 61 |
| Ilustración 46 Localización aeropuerto Antonio Nariño | 62 |
| Ilustración 47 Colocación de concreto | 62 |
| Ilustración 48 Fibra de vidrio | 63 |
| Ilustración 49 Toma de vigas y cilindros | 63 |
| Ilustración 50 Pavimento terminado..... | 63 |
| Ilustración 51 Concreto hidráulico con fibra de vidrio..... | 64 |
| Ilustración 52 Fibra de vidrio alcalino-resistente | 65 |
| Ilustración 53 Colocación de concreto | 67 |
| Ilustración 54 Andenes terminados..... | 67 |
| Ilustración 55 Colocación de concreto | 69 |
| Ilustración 56 Muro terminado reparado los hormigueros..... | 70 |
| Ilustración 57 Localización vivienda multifamiliar..... | 71 |
| Ilustración 58 Transporte de mezcla en baldes..... | 71 |
| Ilustración 59 Condiciones de colocación | 72 |
| Ilustración 60 Colocación de concreto en pendiente..... | 73 |
| Ilustración 61 Camión parado en pendiente | 73 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Gráfica 1 | Curva de calibración de la arena | 38 |
| Gráfica 2 | Curva de calibración de la grava | 38 |
| Gráfica 3 | Curva de calibración del cemento | 39 |
| Gráfica 4 | Curva de calibración del agua | 42 |
| Gráfica 5 | Curva de calibración del aditivo..... | 43 |

LISTA DE ANEXOS

| | | |
|---------|---|----|
| Anexo 1 | Formatos de laboratorio..... | 79 |
| Anexo 2 | Formatos de control de producción y equipos..... | 82 |
| Anexo 3 | Resultados de laboratorio para resistencia de cilindros y vigas | 85 |

GLOSARIO

Concreto hidráulico: combinación de cemento Portland, agregados pétreos naturales o procesados o agregados artificiales, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

Fibra de vidrio: filamento continuo o discontinuo, obtenido mediante estiramiento de vidrio fundido, consta de numerosos filamentos poliméricos basados en dióxido de silicio (SiO₂) extremadamente finos.

Dosificar: establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas.

Calibración: acción de calibrar, ajustar con la mayor exactitud posible las condiciones de un equipo o instrumento con los valores de la magnitud que ha de medir.

Planta móvil: equipo de mezcla de concreto dispuesta sobre un camión para realizar la producción en obra.

Plastificante: aditivo modificador de reología, que vuelve la mezcla más trabajable, además de conferirle aumento a la resistencia.

INTRODUCCIÓN

El presente documento es el elemento final del desarrollo del trabajo de grado en modalidad pasantía titulado “APOYO TÉCNICO EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO CON ESTÁNDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA ERC S.A.S.” en el cual se encuentra descrito todos los procesos implicados en esta experiencia laboral y de aprendizaje.

La misión principal para dar cumplimiento a los objetivos de este proyecto era garantizar mediante cada uno de los pasos ejecutados, la obtención de un producto con estándares de calidad en cumplimiento con las especificaciones técnicas de cada cliente y de la normativa colombiana.

El concreto hidráulico es el material de mayor uso en la construcción en todo el mundo. Este material ofrece grandes ventajas sobre otros, como lo son su resistencia, manejabilidad y economía. Otra de las grandes virtudes que ofrece es la adaptabilidad a cualquier forma que se le desee dar, pudiéndose emplear en distintos elementos estructurales, arquitectónicos e incluso decorativos.

En vista de la gran importancia que este material tiene en el medio de la Ingeniería Civil, y en la vida en general, se aprovecha esta experiencia al máximo para obtener un aprendizaje práctico complementario a la teoría asimilada durante los años de estudio. Aprovechando la versatilidad del empleo del concreto se logró durante este tiempo la incursión en distintas obras y la observación de variados procesos constructivos, propinando una experiencia aún más enriquecedora.

Este documento se desarrolla en tres capítulos, el primero titulado actividades generales, en el que se halla una descripción de la empresa ERC S.A.S. y su funcionamiento, se indican las tareas de recepción de solicitudes, control de materiales, equipos y personal, y se indican de forma general los componentes mecánicos de la planta móvil. El capítulo dos, describe el apoyo técnico brindado, ahí se relatan las labores de calibración del equipo, el proceso de funcionamiento, la verificación de las condiciones de la mezcla durante su producción y la toma de muestras para la comprobación de las propiedades del concreto posterior al fraguado. En el capítulo final, se describe las condiciones de trabajo y las especificaciones de los diferentes suministros realizados.

Finalmente, se llega a unas conclusiones y unas recomendaciones, resultado de la experiencia obtenida durante esta pasantía.

JUSTIFICACIÓN

El departamento de Nariño ha crecido en el ámbito constructivo sustancialmente durante los últimos años, lo que se ha reflejado en la aparición de grandes empresas nuevas o constructoras a nivel regional y nacional que han incursionado en el sector que finalmente es un indicador del progreso social y económico de las diferentes zonas del país.

Este crecimiento conlleva la gran demanda de materiales que se está viviendo hoy en día, donde las minas y canteras no se dan abasto, y por lo cual la explotación misma y la exploración de nuevos materiales han incrementado paralelamente.

Es conocido también que en el país se han hecho públicos varios casos en los que el empleo de materiales de mala calidad o la ejecución de procesos que no siguen las especificaciones de construcción colombianas han dejado como consecuencia obras mal ejecutadas que se deterioran aceleradamente poniendo en riesgo la integridad de las personas y su patrimonio y dejan una mala imagen para la ingeniería nacional.

Es por ello que se ve la necesidad de imponer altos estándares de calidad tanto en la adquisición de materias primas, como en la producción de materiales compuestos como lo son el concreto, así mismo un seguimiento ininterrumpido a la instalación del mismo, de modo que se pueda garantizar un producto de calidad insuperable.

El diseño de mezclas se realiza de modo teórico, y su objetivo primordial es determinar las cantidades más favorables de los diferentes materiales, cuya proporcionalidad dé como resultado un material eficiente y manejable al menor costo. Estos valores teóricos deben comprobarse mediante mezclas de prueba que posteriormente son falladas y analizadas, para modificar la dosificación teórica y obtener una proporcionalidad real, todo esto en laboratorio; entendiendo que se busca siempre la mayor disminución del uso de cemento en vista de que es el componente más costoso de una mezcla de concreto hidráulico, cantidad que puede ser variada con el empleo de agregados de diferentes calidades en sus propiedades o de aditivos u otros.

El empleo de concreto y el desarrollo de sector civil han impulsado la formación de nuevas empresas en el sector de producción de este material, y la adquisición de equipos propios en constructoras de gran magnitud. Pero la producción no se garantiza con la adquisición de un buen equipo, requiere operadores calificados y una comprensión del funcionamiento mecánico y técnico del mismo.

El adecuado seguimiento de la normativa Colombiana lleva un proyecto a la excelencia, es por esto que tanto en el diseño como en el control de la calidad de la producción de las mezclas de concreto se debe seguir y respetar con rigor los parámetros impuestos que velan por la satisfacción de los objetivos propuestos.

La realización de esta pasantía en la empresa ERC S.A.S, que además de la contratación, ofrece el servicio de suministro de concreto hidráulico mediante procesos que garantizan estándares de calidad, en busca de brindar soluciones satisfactorias a los clientes que se desenvuelven en la industria de la construcción, permitió determinar las etapas y los controles implementados, fundamentales para la obtención de un concreto hidráulico de calidad, que cumpla con los estándares especificados y llene las expectativas de la demanda.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar el apoyo técnico en la producción de concreto hidráulico con estándares de calidad suministrado por la empresa ERC S.A.S. en el departamento de Nariño.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recolectar información.
 - Recibir las solicitudes de los diferentes clientes e identificar las especificaciones técnicas del producto requerido.
 - Recolectar la información técnica de los materiales a utilizar y su adecuada dosificación generada por un laboratorio certificado.

2. Controlar materiales, personal y equipos.
 - Realizar las labores de inspección y supervisión en campo de las actividades realizadas por el personal operador.
 - Verificar la utilización de la dotación de protección del personal, para garantizar la seguridad durante los procesos.

- Controlar y determinar el suministro de material para la ejecución de actividades según requerimientos del cronograma evitando contratiempos.
- Inventariar el material físico existente y verificarlo frente al material adquirido y el utilizado.
- Supervisar el correcto bodegaje de los suministros, equipos y herramientas propiedad de la empresa.

3. Apoyo técnico

- Supervisar en obra la ejecución de las actividades de producción, verificando que se estén cumpliendo las garantías técnicas que ofrece la empresa, lo que incluye medición del asentamiento (slump) y toma de cilindros y vigas.
- Revisar el buen estado de la planta productora antes de iniciar cualquier procedimiento constructivo.
- Calibrar la planta móvil para garantizar que las cantidades de material que se van a mezclar satisfagan las demandas de la dosificación expedida por el laboratorio.
- Velar por la entrega a tiempo del concreto, para garantizar eficiencia por parte de la empresa y evitar contratiempos al contratista.
- Confrontar los valores de material entregado según reporte de la planta móvil y las mediciones realizadas en obra, para llevar un registro acumulado de la producción de la misma.
- Llevar un control estadístico de las resistencias obtenidas en las obras, con los diferentes materiales, para establecer un sistema de predicción de los diferentes concretos producidos.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este trabajo, en primera instancia se realizó el acople a la empresa, familiarizándose con las actividades y el personal de la misma. Se realizó la visita a las instalaciones fijas localizadas en las afueras de Ipiales, sobre la vía a Pupiales.

Una vez identificada el área y el personal de trabajo, se hizo el reconocimiento de los equipos y la maquinaria; todo con el fin de establecer los parámetros existentes y el funcionamiento actual de la empresa.

Posteriormente, se recibió capacitación específica sobre el funcionamiento y manejo de la planta móvil productora de concreto hidráulico por parte de personal técnico calificado de la empresa INOMEGA S.A.S., proveedores de equipos, de concreto y también de insumos para la producción del material en cuestión.

Recibida la capacitación y comprobando en campo la teoría aprendida, se comenzó con las labores de producción en general, y con el control de calidad antes, durante y después de esta.

Para mantener un control continuo, se llenaron formatos con todo lo relacionado a los materiales, las dosificaciones, los tipos de concreto y las resistencias alcanzadas; de modo que se puede contar con una base de información que soporte futuras actividades y genere orden para el mejor funcionamiento de la empresa.

A continuación, se describe una a una las actividades realizadas dentro de la empresa ERC S.A.S. para el cumplimiento de los objetivos de este trabajo.

1. ACTIVIDADES GENERALES

1.1 RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA

ERC S.A.S. es una organización Nariñense del tipo Sociedad por Acciones Simplificadas (SAS) dedicada a la contratación de obras públicas y privadas del sector civil. Esta empresa se encuentra registrada desde el 24 de abril del año 2013, lo que le otorga una experiencia de 4 años en la ejecución de carreteras y vías, edificios no residenciales, proyectos de servicio público y demás actividades de arquitectura e ingeniería y otras conexas de consultoría técnica. Experiencia relativamente pequeña, sin tener en cuenta la larga trayectoria del personal Técnico que la conforma, ingenieros que han laborado en el sector por más de 20 años.

La oficina principal de la organización se localiza en la ciudad de Pasto, en la Calle 22 N° 1A – 69, en la oficina 205 del edificio Torres del Este. En esta oficina se llevan a cabo las labores administrativas y contables, y parte de las labores técnicas como diseños e informes. La otra sede se encuentra en la ciudad de Ipiales, sobre la vía que comunica con Pupiales, en el lote “La Fortaleza” donde no hay oficinas administrativas, sino que se encuentra el almacenamiento de materiales, los equipos básicos de laboratorio y la maquinaria, como es: volquetas, retro-cargador, mini-cargador, vibro-compactador, moto-niveladora y plantas móviles.

Desde el año 2016 esta empresa ha incursionado en el suministro de concreto proponiendo el innovador sistema de las plantas móviles, que se espera en un futuro revolucione el modo en que este trabajo se ha venido ejecutando en la región, obteniendo hasta el momento resultados satisfactorios en cuanto a calidad y cumplimiento.

1.2 RECEPCIÓN Y VERIFICACIÓN DE SOLICITUDES

Las solicitudes de los clientes se reciben con la anterioridad pertinente que permita realizar el análisis de materiales a utilizar y la elaboración y corrección del diseño de mezcla a utilizar, o la revisión del diseño de mezcla previamente realizado por un laboratorio certificado entregado por el contratante.

Una vez el cliente había realizado su pedido, se respondía con una cotización, después de cuya aceptación se procedía a realizar un chequeo a los materiales a utilizar y con los mismos a la elaboración del diseño.

1.3 CONTROL DE MATERIALES, PERSONAL Y EQUIPOS

El óptimo desempeño de una empresa se logra con una buena organización, tanto de inventario de suministros como de asignación de funciones, de forma tal que todo tenga un procedimiento regular establecido.

En campo se verifica el adecuado desempeño del personal operador, delegando funciones claras y verificando que estas se hayan entendido. Se hace un seguimiento a las actividades ejecutadas y se hacen las observaciones y correcciones pertinentes para mejorar el desarrollo de las mismas.

Igualmente y bastante importante es hacer control constante del uso de la dotación personal y de implementos de seguridad del personal, para no incurrir en riesgos que puedan generar accidentes u otras situaciones indeseadas.

Los elementos de protección se suministran según sean requeridos y se renuevan cuando se han deteriorado, estos son (Ver Ilustraciones 1 y 2):

- Overol
- Casco
- Botas punta de acero
- Guantes de nitrilo o carnaza
- Gafas
- Tapabocas
- Tapa-oidos

Ilustración 1 Verificación del porte de elementos de protección



En cuanto a materiales, el principal control se realiza al cemento adquirido en sacos, dado que es el insumo más costoso y valioso. Para ello se lleva un seguimiento registrando fecha de llegada al almacén, cantidad, proveedor; y a medida que se va empleando, se va descontando anotando en el kardex fecha y obra en la que se utiliza (Ver Tabla 1).



Ilustración 2 Almacenamiento de implementos de seguridad personal

| Fecha | Cantidad Adquirida | Código Proveedor | Nombre Proveedor | Cantidad Utilizada | Obra | Existe. Bodega |
|----------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|----------------|
| 15/09/16 | 75 | 242 | JORGE PINZON | 75 | Cunetas Aldana | 0 |
| 16/09/16 | 50 | 242 | JORGE PINZON | 50 | Cunetas Aldana | 0 |
| 16/09/16 | 50 | 242 | JORGE PINZON | 50 | Cunetas Aldana | 0 |
| 17/09/16 | 660 | 247 | FABIO CHINGUAL | 0 | Bodega | 660 |
| 19/09/16 | - | - | - | 18 | Cunetas Aldana | 642 |

Tabla 1 Control cemento

Igualmente, se mantiene al pendiente del empleo de los aditivos, verificando el rendimiento de producción que se está manejando proyectando el tiempo o la cantidad de m³ que se podrán producir con las existencias y así poder realizar el pedido con la antelación suficiente para evitar retrasos y por ende incumplimientos.

Otra parte fundamental del manejo de suministros es la verificación de su correcto almacenamiento. El cemento se debe mantener bajo condiciones de temperatura y humedad controladas, sin exponerse a temperaturas extremas para no alterar sus propiedades originales, para ello se hace uso de bodegas o contenedores (Ver Ilustraciones 3 y 4), que le impiden el contacto con la lluvia principalmente que lo puede llevar al fraguado dejándolo inservible. Los materiales pétreos deben procurar ser almacenados sin que se alteren las propiedades naturales con las

que llegan a obra y con las cuales se realiza la calibración de los equipos, para lo cual se cubren y protegen del incremento o la pérdida de su humedad (Ver Ilustraciones 5 y 6). Los aditivos se mantienen sellados y marcados para evitar confusiones, pues el cambio en el aditivo alteraría totalmente la mezcla.



Ilustración 3 Contenedor para almacenamiento de cemento



Ilustración 4 Almacén de cemento en bodega



Ilustración 5 Acopio de agregados



Ilustración 6 Carpas para protección de materiales

Respecto a los equipos, el control se hace con formatos diligenciados por los operadores, recibos diarios de producción, donde además se registra consumo de combustible y pequeños ajustes que haya sufrido el equipo como cambios de aceites o llantas. Los aspectos técnicos se registran en un formato pre-operativo,

donde se describe el estado completo de los equipos, para prevenir cualquier desperfecto durante la ejecución de los trabajos, con esto se verifican las fechas de mantenimientos periódicos y rutinarios, estado de las partes y se informa a los directivos de cualquier requerimiento.

El control general de materiales y producción se guarda en la base de datos compartida de la empresa, para que el personal autorizado tenga acceso a la misma, por lo cual su actualización y sincronización debía hacerse diariamente.

1.4 RECONOCIMIENTO DE LA PLANTA MÓVIL



Ilustración 7 Planta móvil OMEGA

La planta móvil se considera el equipo más moderno y amigable con el medio ambiente, pues presta un servicio totalmente eficiente (Ver Ilustración 7). El equipo es fácil de usar, pues lo puede operar una sola persona, su mantenimiento es simple, es capaz de trabajar todo tipo de mezclas, además es rápida, no genera tiempos muertos, se puede llevar a ubicaciones remotas y trabaja en cualquier horario, y finalmente es más rentable en comparación a otros equipos ya que genera cero desperdicios y puede producir cualquier cantidad de material.

Este equipo ofrece grandes ventajas, principalmente en cuanto al uso provechoso y exacto de los suministros y la frescura de la mezcla, que es producida únicamente en las cantidades que van a ser utilizadas.

Según los fabricantes, la producción ajustable de la máquina permite producir hasta 46 m³ de concreto / hora, pudiendo llegar incluso a 60 m³/hora en mezclas pobres de cemento y con una alimentación continua.

Los diferentes tipos de mezcla que es capaz de producir una planta de concreto OMEGA, son:

- ✓ Concreto estándar
- ✓ Concreto de alta especificación
- ✓ Concreto para bombeo
- ✓ Slurry
- ✓ Mezclas aceleradas y súper aceleradas
- ✓ Concreto lanzado húmedo y seco
- ✓ Mezclas con bajo a cero asentamiento
- ✓ Rellenos auto-nivelantes
- ✓ Grout
- ✓ Concreto con fibras
- ✓ Concretos celulares

- **Componentes físicos**

Los principales componentes de la planta móvil OMEGA son las tolvas de agregados y de cemento, los tanques del agua y de los aditivos y el tornillo sinfín.

La revisión permanente de cada uno de sus dispositivos permite la conservación en condiciones óptimas, generando una mayor vida útil al equipo. Una parte fundamental de esta labor es la concientización del personal para la ejecución continua de esta tarea, convirtiéndolo en parte de su rutina diaria.

Todos los componentes son para trabajo pesado. Las tolvas de materiales (Ver ilustración 8) son metálicas, y tienen capacidad para 5,20 m³ de grava y 4,30 m³ de arena, con vibradores externos automáticos para evitar atascos y compuertas hidráulicas para la entrega de los materiales

El compartimiento de cemento almacena 2,80 m³e incluye vibradores interiores silenciosos que impiden que el polvo se adhiera sin descender por las paredes, cuenta con un rompesacos, que facilita el vaciado de los bultos (Ver Ilustración 9) con un sistema de sellado que impide el paso de humedad protegiendo el producto.



Ilustración 8 Compartimientos para agregados



Ilustración 9 Tolva para cemento

El tanque de agua de 500 galones (1,90 m³) es plástico y de un color blanco traslúcido que permite observar el nivel del líquido (Ver Ilustración 10).



Ilustración 10 Tanque de agua de 500 gls

Su sistema de dos tanques de aditivos (Uno de 25 gls para alto flujo y otro de 12 gls para bajo flujo), permite la incorporación simultánea de dos compuestos en sus cantidades respectivas Ver ilustración 11).



Ilustración 11 Tanques de aditivos

Un dispensador de fibra de vidrio, que corta los hilos del carrete en pequeñas partes para que puedan mezclarse con los otros materiales (Ver Ilustración 12).



Ilustración 12 Dispensador de fibra de vidrio

El transporte del material se efectúa con una banda transportadora de 24" de ancho que se puede desplazar a diferentes velocidades según el requerimiento de producción, siendo obviamente preferible trabajar a altas velocidades.

Bandeja estándar de 0,60 m y dos bandejas de extensión de 1,20 m (Ver Ilustración 13) y luces de alto brillo para optimizar trabajos en áreas oscuras o en horario nocturno (Ver Ilustración 14).

Y finalmente, un tornillo sinfín mezclador, avanzado y de alta capacidad, de 12" de diámetro y 2,70m de largo.



Ilustración 13 Bandejas de extensión



Ilustración 14 Luces de alta intensidad

Y no menos importante el tablero de controles, donde se verifican todos los ajustes de producción.



Ilustración 15 Tablero de controles

2. APOYO TÉCNICO

2.1 CALIBRACIÓN DE LA PLANTA MÓVIL

Una vez verificado que los materiales disponibles sean los indicados en la dosificación y que se encuentren en buenas condiciones, se procede a realizar la calibración de la planta.

La calibración del equipo se hace con el fin de garantizar que las cantidades de material mezclado sean exactamente las indicadas en el diseño de mezcla.

Este procedimiento consiste en un aforo de materiales, cuyos resultados se plasman en una gráfica con tendencia lineal que permitirá posteriormente conocer las configuraciones exactas del equipo para cualquier dosificación con los materiales evaluados.

2.1.1. Calibración de los agregados. Inicialmente se establece la velocidad en la que va a trabajar la banda transportadora, teniendo el equipo la posibilidad de trabajar a 7 velocidades diferentes y siguiendo el formato indicado (Ver Tablas 2 y 3) se realizan pesajes consecutivos de cantidades de agregado suministrado por el equipo sin variar la velocidad fijada.

Cada tolva de material cuenta con una compuerta de salida, que al abrirse permite el paso de material transportado por la banda hasta el punto de mezcla. Las compuertas de salida pueden ser abiertas en cualquiera de las 7 posiciones disponibles, incluyendo una escala decimal, de modo que se coloca la compuerta en cierta abertura de valor entero preferiblemente (1,2 y 3 para arena y 2, 3 y 4 para grava) y se permite la salida del material por cierto tiempo, en el que se registran un número X de puntos (pasadas del piñón que hace desplazar la banda transportadora), valor leído del tablero de control; acción que se ejecuta seis (6) veces consecutivas (Ver Ilustración 16).

Este proceso se repite tres (3) veces con la compuerta abierta en diferentes valores.



Ilustración 16 Calibración de agregados (compuerta de arena en abertura 1)

De este aforo, resultaran unos valores de caudal expresados como kg/punto (de cada apertura), y teniendo estos tres (3) caudales (de las tres aberturas diferentes), se traza una gráfica con tendencia lineal, se determina su ecuación y se verifica su grado de certeza estableciendo el factor de correlación, que debe tender a 1 (Ver gráficas 1 y 2). Si los resultados obtenidos no son satisfactorios se debe repetir el proceso.

Es fundamental tomar una muestra del material aforado para determinar su humedad, ya que la gráfica se traza con los pesos del material totalmente seco (Ver Ilustración 17).



Ilustración 17 Muestras para determinación de humedad

ERC S.A.S.

CALIBRACION PLANTA MOVIL DE CONCRETO

ARENA

FUENTE: la VEGA

Fecha: 27-Dec-16

Contador: SARA

Equipo:

PM1

Humedad: 10,00%

Color: NEGRA

Absorción: 3,62%

| φ | Consec. | Puntos | Kg | Tara | Kg Neto | Grupo | Kg/Pto | Kg/Pto Grupo | Desv |
|---|---------|--------|-------|-------|---------|-------|--------|--------------|--------|
| 1 | 30 | 30 | 17,35 | 1,600 | 15,750 | 1 | 0,4773 | 0,4825 | -1,08% |
| 1 | 59 | 29 | 16,90 | 1,600 | 15,300 | 1 | 0,4796 | 0,4825 | -0,59% |
| 1 | 91 | 32 | 18,55 | 1,600 | 16,950 | 1 | 0,4815 | 0,4825 | -0,20% |
| 1 | 119 | 28 | 16,60 | 1,600 | 15,000 | 1 | 0,4870 | 0,4825 | 0,94% |
| 1 | 151 | 32 | 18,80 | 1,600 | 17,200 | 1 | 0,4886 | 0,4825 | 1,28% |
| 1 | 179 | 28 | 16,40 | 1,600 | 14,800 | 1 | 0,4805 | 0,4825 | -0,41% |
| 2 | 30 | 30 | 28,90 | 1,600 | 27,300 | 2 | 0,8273 | 0,8254 | 0,23% |
| 2 | 59 | 29 | 28,70 | 1,600 | 27,100 | 2 | 0,8495 | 0,8254 | 2,93% |
| 2 | 89 | 30 | 30,30 | 1,600 | 28,700 | 2 | 0,8697 | 0,8254 | 5,37% |
| 2 | 119 | 30 | 28,95 | 1,600 | 27,350 | 2 | 0,8288 | 0,8254 | 0,41% |
| 2 | 152 | 33 | 31,25 | 1,600 | 29,650 | 2 | 0,8168 | 0,8254 | -1,04% |
| 2 | 183 | 31 | 27,65 | 1,600 | 26,050 | 2 | 0,7639 | 0,8254 | -7,45% |
| 3 | 29 | 29 | 40,40 | 1,600 | 38,800 | 3 | 1,2163 | 1,2021 | 1,18% |
| 3 | 60 | 31 | 42,05 | 1,600 | 40,450 | 3 | 1,1862 | 1,2021 | -1,32% |
| 3 | 89 | 29 | 40,70 | 1,600 | 39,100 | 3 | 1,2257 | 1,2021 | 1,96% |
| 3 | 120 | 31 | 42,95 | 1,600 | 41,350 | 3 | 1,2126 | 1,2021 | 0,87% |
| 3 | 152 | 32 | 43,95 | 1,600 | 42,350 | 3 | 1,2031 | 1,2021 | 0,08% |
| 3 | 179 | 27 | 36,25 | 1,600 | 34,650 | 3 | 1,1667 | 1,2021 | -2,95% |

Tabla 2 Calibración de la arena

ERC S.A.S.

Fecha: 27-Dec-16

Contador: SARA

CALIBRACION PLANTA MOVIL DE CONCRETO

Equipo: PM1

Humedad: 1,10%

GRAVA FUENTE: SAMUEL PABON

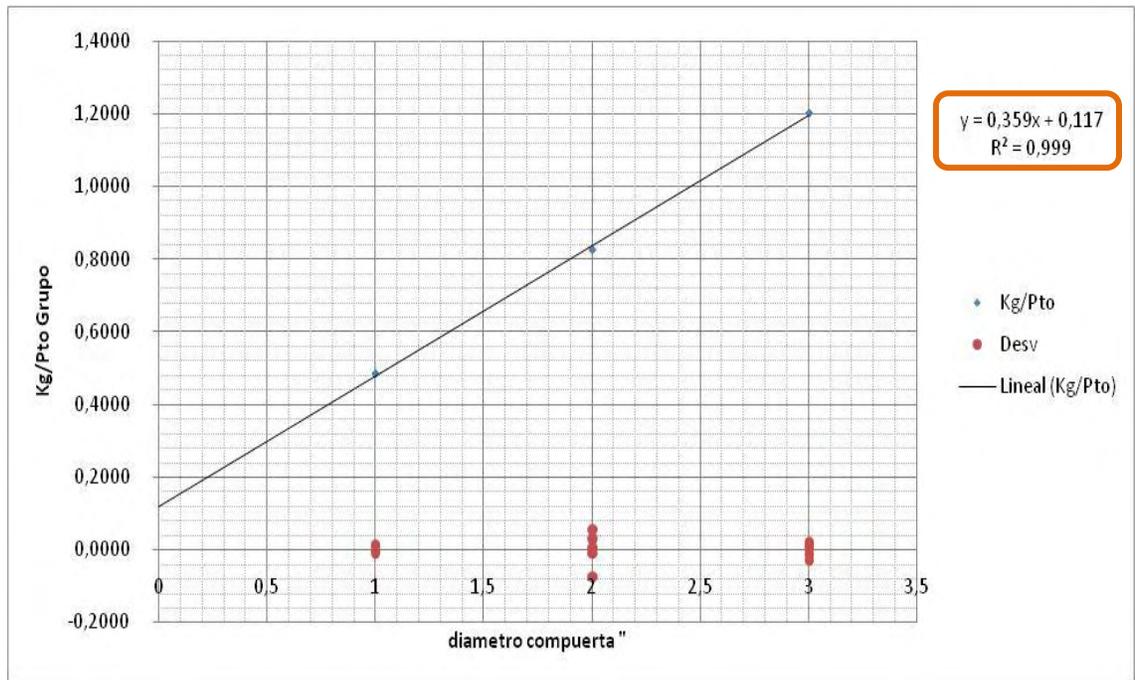
Color: GRIS

Tamaño: 2"

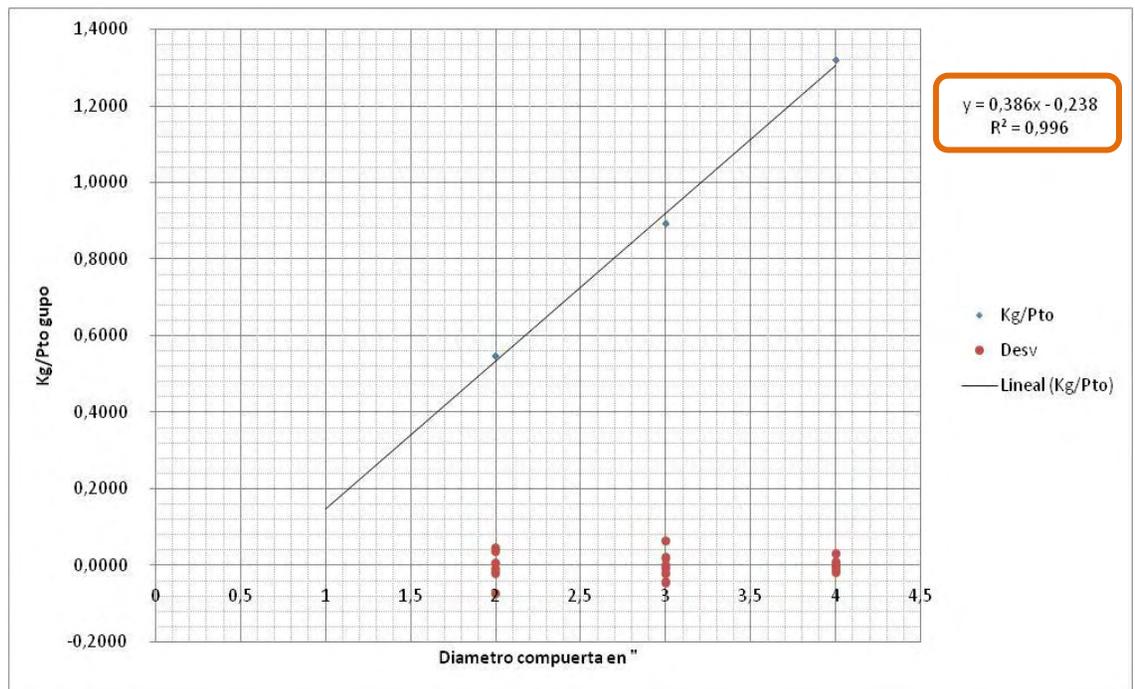
Absorción: 2,47%

| Abert. Comp. | Consec. | Puntos | Kg | Tara | Kg Neto | Grupo | Kg/Pto | Kg/Pto Grupo | Desv |
|--------------|---------|--------|-------|-------|---------|-------|--------|--------------|--------|
| 2 | 32 | 32 | 19,95 | 1,600 | 18,350 | 1 | 0,5672 | 0,5467 | 3,74% |
| 2 | 58 | 26 | 14,90 | 1,600 | 13,300 | 1 | 0,5060 | 0,5467 | -7,46% |
| 2 | 91 | 33 | 20,65 | 1,600 | 19,050 | 1 | 0,5710 | 0,5467 | 4,44% |
| 2 | 122 | 31 | 18,55 | 1,600 | 16,950 | 1 | 0,5408 | 0,5467 | -1,08% |
| 2 | 150 | 28 | 16,75 | 1,600 | 15,150 | 1 | 0,5352 | 0,5467 | -2,11% |
| 2 | 182 | 32 | 19,40 | 1,600 | 17,800 | 1 | 0,5502 | 0,5467 | 0,63% |
| 3 | 29 | 29 | 28,30 | 1,600 | 26,700 | 2 | 0,9107 | 0,8932 | 1,95% |
| 3 | 60 | 31 | 28,95 | 1,600 | 27,350 | 2 | 0,8727 | 0,8932 | -2,30% |
| 3 | 90 | 30 | 27,45 | 1,600 | 25,850 | 2 | 0,8523 | 0,8932 | -4,58% |
| 3 | 121 | 31 | 29,35 | 1,600 | 27,750 | 2 | 0,8854 | 0,8932 | -0,87% |
| 3 | 149 | 28 | 28,50 | 1,600 | 26,900 | 2 | 0,9503 | 0,8932 | 6,39% |
| 3 | 181 | 32 | 30,50 | 1,600 | 28,900 | 2 | 0,8933 | 0,8932 | 0,01% |
| 4 | 29 | 29 | 39,55 | 1,600 | 37,950 | 3 | 1,2944 | 1,3191 | -1,87% |
| 4 | 59 | 30 | 41,45 | 1,600 | 39,850 | 3 | 1,3139 | 1,3191 | -0,40% |
| 4 | 92 | 33 | 45,10 | 1,600 | 43,500 | 3 | 1,3038 | 1,3191 | -1,16% |
| 4 | 121 | 29 | 41,45 | 1,600 | 39,850 | 3 | 1,3592 | 1,3191 | 3,04% |
| 4 | 150 | 29 | 40,20 | 1,600 | 38,600 | 3 | 1,3166 | 1,3191 | -0,19% |
| 4 | 180 | 30 | 41,90 | 1,600 | 40,300 | 3 | 1,3287 | 1,3191 | 0,73% |

Tabla 3 Calibración de la grava



Gráfica 1 Curva de calibración de la arena

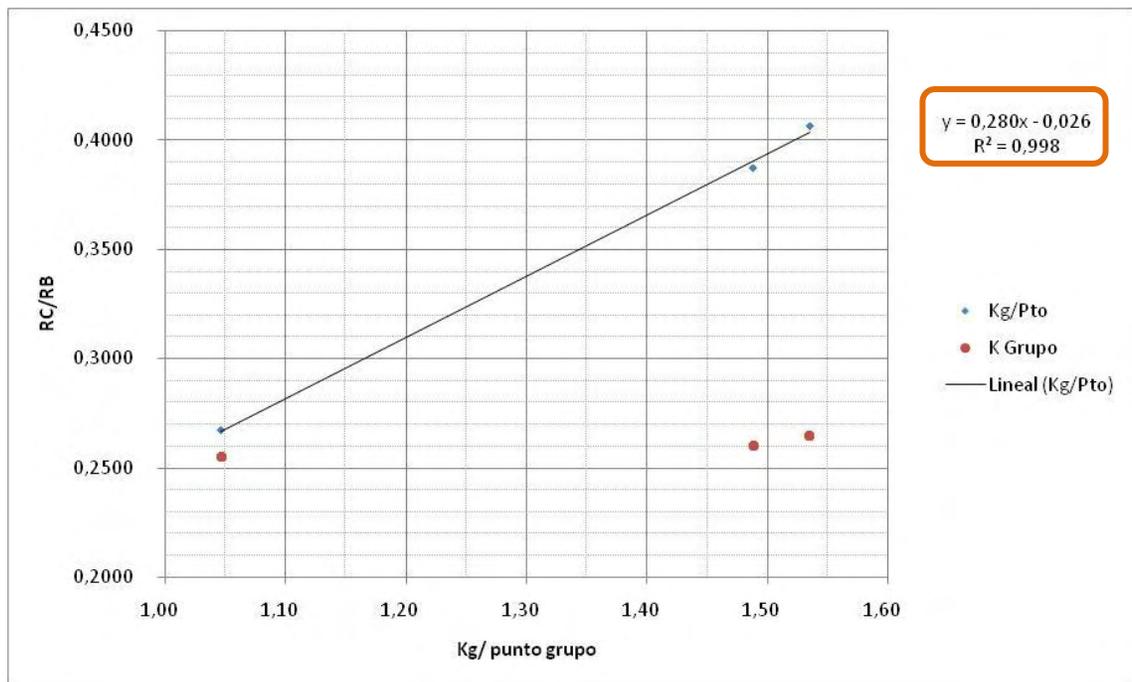


Gráfica 2 Curva de calibración de la grava

2.1.2. Calibración del cemento. La salida de cemento puede trabajarse con diferentes velocidades igual que los materiales, que varían de 1 a 10 posibles.

Para este proceso se escogen tres (3) velocidades de aforo y se realiza un proceso de pesaje igual al realizado para los agregados, seis (6) pesajes consecutivos para cada velocidad en un tiempo que marque X cantidad de puntos (Ver Tabla 4).

Del mismo modo se traza una gráfica con los valores de los caudales de cemento expresados en kg/punto y se chequea el coeficiente de correlación obtenido (Ver Gráfica 3).



Gráfica 3 Curva de calibración del cemento

ERC S.A.S.

CALIBRACION PLANTA MOVIL DE CONCRETO

Fecha: 27-Dec-16

Responsable: SARA

CEMENTO

MARCA: ARGOS

Equipo: PM1

| VC | VB | R C | R B | Consec. | Puntos | Kg | Tara | Kg Neto | Grupo | RC / RB | Kg/Pto | Kg/Pto Grupo | K Grupo | Desv |
|----|----|-----|-----|---------|--------|-------|-------|---------|-------|---------|--------|--------------|---------|--------|
| 7 | 6 | 66 | 43 | 31 | 31 | 12,95 | 0,100 | 12,850 | 1 | 1,53 | 0,4145 | 0,4064 | 0,26475 | 2,01% |
| 7 | 6 | 66 | 43 | 52 | 21 | 8,55 | 0,100 | 8,450 | 1 | 1,53 | 0,4024 | 0,4064 | 0,26475 | -0,98% |
| 7 | 6 | 66 | 43 | 89 | 37 | 15,50 | 0,100 | 15,400 | 1 | 1,53 | 0,4162 | 0,4064 | 0,26475 | 2,43% |
| 7 | 6 | 66 | 43 | 120 | 31 | 12,85 | 0,100 | 12,750 | 1 | 1,53 | 0,4113 | 0,4064 | 0,26475 | 1,21% |
| 7 | 6 | 66 | 43 | 149 | 29 | 11,15 | 0,100 | 11,050 | 1 | 1,53 | 0,3810 | 0,4064 | 0,26475 | -6,23% |
| 7 | 6 | 66 | 43 | 181 | 32 | 13,15 | 0,100 | 13,050 | 1 | 1,53 | 0,4078 | 0,4064 | 0,26475 | 0,36% |
| 6 | 6 | 64 | 43 | 49 | 49 | 19,40 | 0,100 | 19,300 | 2 | 1,49 | 0,3939 | 0,3872 | 0,26015 | 1,72% |
| 6 | 6 | 64 | 43 | 99 | 50 | 19,05 | 0,100 | 18,950 | 2 | 1,49 | 0,3790 | 0,3872 | 0,26015 | -2,12% |
| 6 | 6 | 64 | 43 | 151 | 52 | 20,10 | 0,100 | 20,000 | 2 | 1,49 | 0,3846 | 0,3872 | 0,26015 | -0,67% |
| 6 | 6 | 64 | 43 | 200 | 49 | 18,95 | 0,100 | 18,850 | 2 | 1,49 | 0,3847 | 0,3872 | 0,26015 | -0,65% |
| 6 | 6 | 64 | 43 | 250 | 50 | 19,90 | 0,100 | 19,800 | 2 | 1,49 | 0,3960 | 0,3872 | 0,26015 | 2,27% |
| 6 | 6 | 64 | 43 | 297 | 47 | 18,20 | 0,100 | 18,100 | 2 | 1,49 | 0,3851 | 0,3872 | 0,26015 | -0,54% |
| 5 | 6 | 45 | 43 | 51 | 51 | 13,00 | 0,100 | 12,900 | 3 | 1,05 | 0,2529 | 0,2669 | 0,25503 | -5,23% |
| 5 | 6 | 45 | 43 | 98 | 47 | 12,90 | 0,100 | 12,800 | 3 | 1,05 | 0,2723 | 0,2669 | 0,25503 | 2,04% |
| 5 | 6 | 45 | 43 | 151 | 53 | 14,40 | 0,100 | 14,300 | 3 | 1,05 | 0,2698 | 0,2669 | 0,25503 | 1,09% |
| 5 | 6 | 45 | 43 | 200 | 49 | 13,40 | 0,100 | 13,300 | 3 | 1,05 | 0,2714 | 0,2669 | 0,25503 | 1,70% |
| 5 | 6 | 45 | 43 | 251 | 51 | 13,75 | 0,100 | 13,650 | 3 | 1,05 | 0,2676 | 0,2669 | 0,25503 | 0,28% |
| 5 | 6 | 45 | 43 | 299 | 48 | 12,95 | 0,100 | 12,850 | 3 | 1,05 | 0,2677 | 0,2669 | 0,25503 | 0,31% |

Tabla 4 Calibración del cemento

2.1.3. Calibración de los fluidos. El agua y los aditivos registran en el panel de control un valor que se denomina R y es propio del equipo, no tiene unidades, pero hace referencia al caudal de líquido que está circulando.

Para cualquiera de ellos, se abre la llave de paso del fluido hasta que el tablero indique un valor estable de R, y a partir de ese momento se aforan seis (6) caudales, pesando la cantidad liberada en lapsos preestablecidos de tiempo, teniendo en cuenta que a mayor tiempo de aforo, mayor cantidad de material y por ende menor error en los cálculos (Ver Ilustraciones 18y 19).

Los lapsos de tiempo generalmente son de 40 segundos a 1 minuto para los aditivos, ya que su cantidad es muy mínima, y en menos tiempo el peso es demasiado insignificante, mientras que para el agua 20 segundos son suficientes para volúmenes bastante significativos.

Se obtiene por ende unos valores de g/s para los aditivos y kg/s para el agua y se traza la gráfica confrontando estos valores con los de R y se lee el coeficiente de correlación (Ver Tablas 5 y 6) (Ver Gráficas 4 y 5).

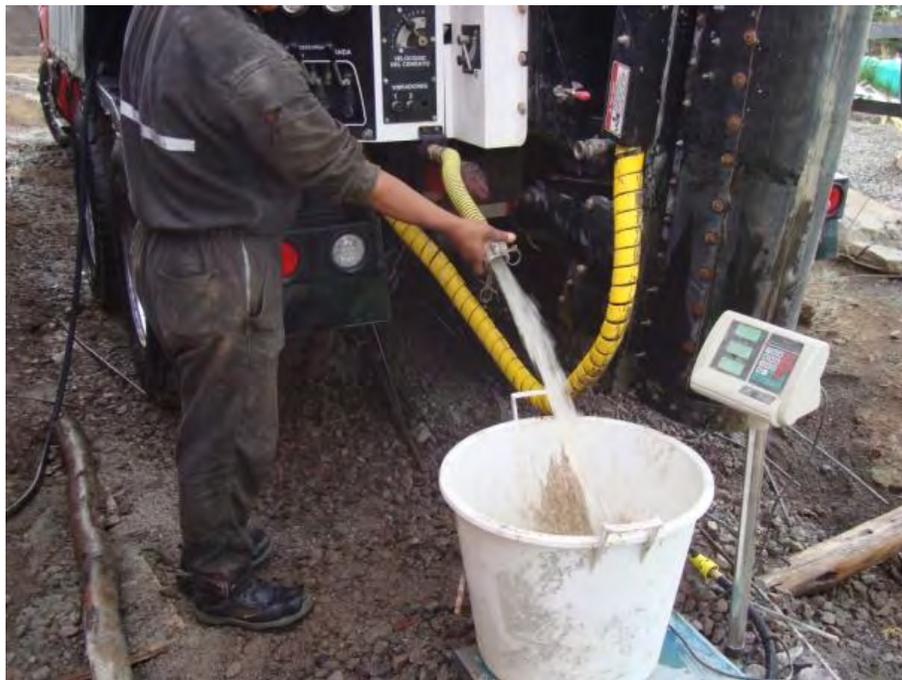


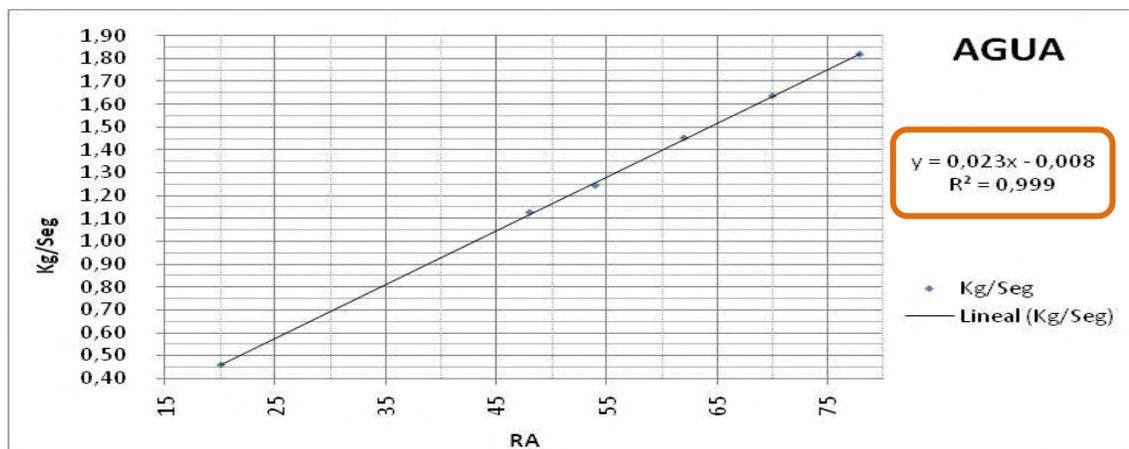
Ilustración 18 Calibración de agua



Ilustración 19 Calibración de aditivos

| ERC S.A.S. | | | | Fecha: 27-Dec-16 | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--------|--------------------------|--------|-------------|--------|
| CALIBRACION PLANTA MOVIL DE CONCRETO | | | | Responsable: SARA | | | |
| | | | | Equipo: PM1 | | | |
| RA | Seg | Kg | Tara | Kg Neto | Kg/Seg | Kg/Seg/R | Desv |
| 20 | 83,50 | 38,45 | 0,000 | 38,45 | 0,46 | 0,023023952 | -1,13% |
| 48 | 35,81 | 40,40 | 17,000 | 23,40 | 1,13 | 0,023503677 | 0,93% |
| 54 | 33,61 | 41,80 | 17,000 | 24,80 | 1,24 | 0,023031064 | -1,10% |
| 62 | 23,76 | 34,55 | 17,000 | 17,55 | 1,45 | 0,023453622 | 0,72% |
| 70 | 21,23 | 34,70 | 17,000 | 17,70 | 1,63 | 0,023349707 | 0,27% |
| 78 | 20,80 | 37,90 | 17,000 | 20,90 | 1,82 | 0,023360454 | 0,32% |

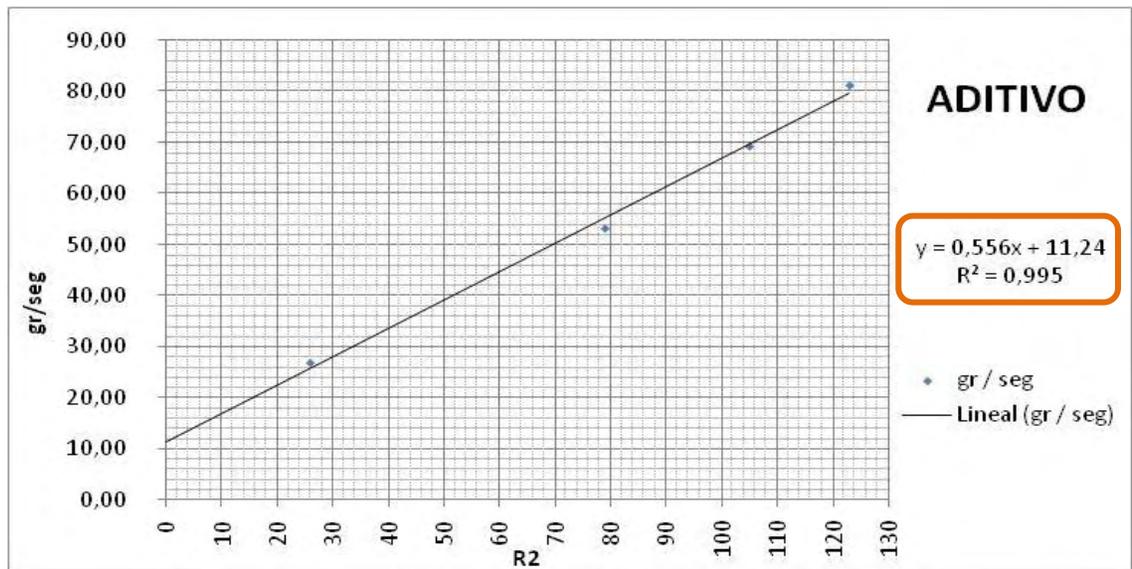
Tabla 5 Calibración del agua



Gráfica 4 Curva de calibración del agua

| ADITIVO | | Marca: BASF | | Producto: MASTER GLENIUM 357 | | Equipo: pm1 | | |
|---------|-----|--------------------|---------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|---------|
| ϕ | R 2 | Seg | Peso (gramos) | Tara | Peso Neto (gramos) | gr / seg | gr/seg/R | Desv |
| 1/4 | 26 | 29,90 | 800,000 | 0,000 | 800 | 26,76 | 1,029071263 | 30,74% |
| 1/4 | 79 | 30,11 | 1.600,000 | 0,000 | 1.600 | 53,14 | 0,672639142 | -14,54% |
| 1/4 | 105 | 30,32 | 2.100,000 | 0,000 | 2.100 | 69,26 | 0,659630607 | -16,20% |
| 1/4 | 123 | 30,77 | 2.500,000 | 0,000 | 2.500 | 81,25 | 0,660552592 | -16,08% |

Tabla 6 Calibración del aditivo



Gráfica 5 Curva de calibración del aditivo

2.1.4. Calibración de la fibra de vidrio. El dispensador de fibra trae su propia tabla de dosificación ya establecida (Ver Tabla 7), de modo que solo es necesario conocer la cantidad requerida por unidad de tiempo e interpolar en la tabla, obteniendo la presión del aire en psi del equipo. De ser necesario, se hace una verificación pesando el material expulsado en un lapso de tiempo determinado.

| | | | | |
|--|--------|--------|-------|--------|
|  | | | | |
| Producción aproximada de fibra por minuto | | | | |
| 20 psi | 30 psi | 40 psi | 50psi | 60 psi |
| 12 oz | 14 oz | 19 oz | 22 oz | 24 oz |

Tabla 7 Dosificación de fibra de vidrio

2.2 FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

La dosificación del laboratorio se introduce a la base de datos en peso (kg) y esta se encarga, teniendo en cuenta valores como densidades o absorciones, de traducir los valores a las unidades del equipo, definiendo así los parámetros de trabajo de la planta móvil (Ver Tabla 8).

| ERC S.A.S. CALIBRACION PLANTA MOVIL DE CONCRETO | | | | Fecha: <u>27-Dec-16</u> Cliente: <u>MAURICIO MELO</u> | | |
|--|----------|----------|---------------------|--|-------------|------------|
| DISEÑO | CANTIDAD | UNIDAD | MARCA, TIPO, FUENTE | DENSIDAD SSS | PESO SUELTO | ABSORCION |
| RESISTENCIA | 3.000 | | | | | |
| ASENTAMIENTO | 3 a 5 cm | A/C 0,50 | | | | |
| DESTINO | | | | 18,33% | | |
| CEMENTO | 330 | Kg/m3 | ARGOS | 3,00 | 1,25 | |
| ARENA | 840 | Kg/m3 | la VEGA | 2,43 | 1,499 | 3,62% |
| GRAVA | 860 | Kg/m3 | SAMUEL PABON | 2,48 | 1,396 | 2,47% |
| AGUA | 165 | Lt/m3 | | | | |
| ADITIVO 1 | 2.415 | mL/m3 | MASTER R792 | 1,04 gr/mL | 2.500 gr/m3 | 22, gr/seg |
| ADITIVO 2 | 2.990 | mL/m3 | MASTER GLENIUM 357 | 1,05 gr/mL | 3.140 gr/m3 | 28, gr/seg |

| Velocidad Cemento | RC | RB | RC/RB | Ptos / m3 | Seg / m3 | Abertura Arena | Abertura Grava | Aditivo 1 | Aditivo 2 | RA |
|-------------------|----|----|-------|-----------|----------|----------------|----------------|-----------|-----------|----|
| MIN 5 | 45 | 43 | 1,05 | 1.236 | 172 | 1,6 | 2,4 | 26 | 24 | 16 |
| MED 6 | 64 | 43 | 1,49 | 852 | 119 | 2,4 | 3,2 | 37 | 34 | 24 |
| MAX 7 | 66 | 43 | 1,53 | 812 | 113 | 2,5 | 3,4 | 39 | 36 | 25 |

Tabla 8 Fórmula de trabajo

Antes de iniciar se carga la planta llenando las tolvas con los materiales estipulados, en su totalidad o menos si se va a producir una pequeña cantidad. Para esta función, dependiendo de la disponibilidad de equipos se puede utilizar un mini-cargador, un retro-cargador e incluso una retroexcavadora (Ver Ilustraciones 20 y 21), de modo que el material se distribuya uniformemente dentro de la tolva para aprovechar su capacidad al máximo. Se llena siempre primero la tolva de la arena, para que al llenar la grava, cualquier partícula de triturado que caiga en el compartimiento equivocado sea removido. Esto lo hace un oficial con ayuda de una pala (Ver Ilustración 22).



Ilustración 20 Carga de materiales con mini-cargador



Ilustración 21 Carga de materiales con retroexcavadora



Ilustración 22 Distribución manual uniforme de agregados

El cemento se alimentaba por bultos (Ver Ilustración 23), aunque el equipo también puede trabajar con silos a granel.

En algunas ocasiones se almacenó el cemento en Big-Bags (sacos con capacidad de 1 tonelada), que permitían un trabajo menos forzado para los trabajadores y una disminución de tiempos al alimentar la máquina (Ver Ilustración 24).



Ilustración 23 Carga de cemento por bultos



Ilustración 24 Carga de cemento en big-bags

Una vez se ha encendido el camión, se da corriente a la planta accionando el toma fuerza, para luego encender el equipo. Cuando este ha arrancado, se colocan los diferentes sistemas en los valores que las gráficas han arrojado para la dosificación a utilizar, de modo que se abren las compuertas, se establecen las velocidades de la banda y el cemento, y se fijan los valores de R del agua y los aditivos (Ver Ilustración 25).

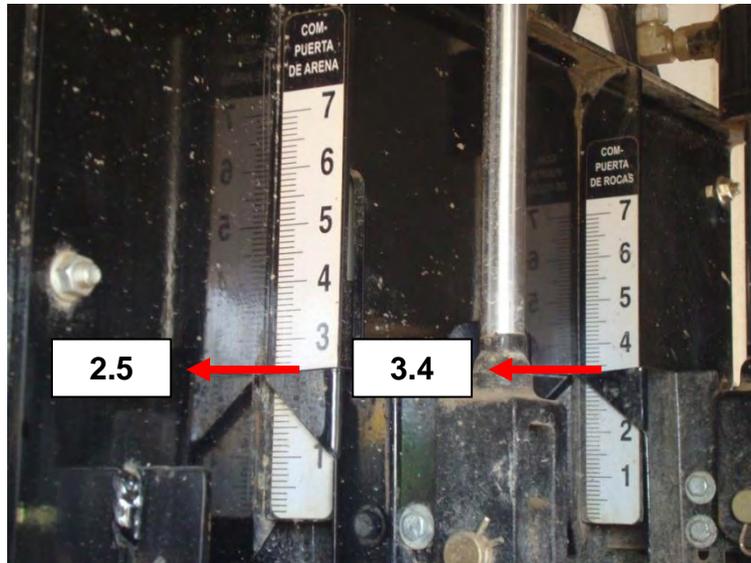


Ilustración 25 Abertura de compuertas de agregados

Se coloca el tornillo sinfín en posición inclinada procurando mantenerlo a 45° del suelo, ya que si el tornillo no tiene una inclinación suficiente, no hay garantía de una buena mezcla, pues esta se da por la acción del tornillo que impulsa la mezcla y la acción de la gravedad que intenta devolverla (Ver Ilustración 26). Se mueve el tornillo y las bandejas de salida en la posición deseada para recibir la mezcla y se activa la banda, con lo cual inicia el trabajo de todas las partes.



Ilustración 26 Posicionamiento de tornillo sinfín y las bandejas de salida

Se pone en movimiento la banda para dar salida a los agregados (Ver ilustración27), con lo cual se acciona la salida del agua, los aditivos, y de necesitarse, la fibra (Ver Ilustración 28).



Ilustración 27 Compuertas abiertas y transporte de material por la banda



Ilustración 28 Salida de fibra de vidrio troceada

Finalmente, se obtiene la mezcla de concreto fresca, y su producción puede detenerse en el instante deseado sin ningún tipo de desperdicio.



Ilustración 29 Producción de concreto

2.3 VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DURANTE LA PRODUCCIÓN

Antes de iniciar la producción, es ideal tomar la humedad diaria de los materiales pétreos, dado que una variación grande en esta cambia la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla, pero de no haber gran fluctuación puede trabajarse con un valor promedio estándar.

Cuando la mezcla está saliendo, se realiza la verificación del asentamiento con el cono de Abrams según lo indica la norma NTC 396 “Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto” (Ver Ilustraciones 30 y 31), gracias a lo cual se puede aplicar una modificación instantánea en la cantidad de agua utilizada, ya sea disminuirla o aumentarla si el asentamiento está por encima o por debajo del asentamiento de diseño, que se deriva directamente de la relación agua-cemento, factor principal para diseñar y garantizar la resistencia final.



Ilustración 30 Toma del asentamiento



Ilustración 31 Medición del asentamiento

2.4 TOMA DE MUESTRAS

Los contratistas deben tomar sus propias muestras, pero para control interno de la empresa ERC S.A.S. se toma un grupo de muestras por jornada, en cualquiera de las cochadas producidas, según sea el caso, cilindros o cilindros y vigas.

Las muestras se toman según lo especifica la norma NTC 454 “Concreto fresco. Toma de muestras” y NTC 550 “Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra” (Ver Ilustraciones 32 y 33).

Cuando han cumplido los tiempos deseados se procede a fallar los especímenes según lo describen las normas NTC 673 “Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto” y NTC 2871 “Método de ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión (utilizando una viga simple con carga en los tercios medios)” (Ver Ilustración 34).

Los cilindros y vigas son ensayados en equipos calibrados y certificados, que dan garantía de los resultados. Los resultados arrojados por los equipos se llevan a cálculos y finalmente se obtienen valores de resistencia a la compresión para los cilindros y módulo de rotura para las vigas (Algunos ejemplos: Ver Tablas 9 y 10).



Ilustración 32 Elaboración de cilindros



Ilustración 33 Elaboración de cilindros y vigas



Ilustración 34 Falla de muestras

| Contratista | PROYECTO | TIPO | No: Muestra | FECHA TOMA | EDAD DE ROTURA | FECHA ROTURA | SLUMP * | RESISTENCIA ESPERADA (PSI) | CARGA ROTURA (kN) | DIAMETRO (CM) | RESISTENCIA A COMPRESION (kg/cm2) | RESISTENCIA A COMPRESION (PSI) |
|---------------------|----------------|----------|-------------|------------|----------------|-----------------------------------|---------|----------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 1 | 15-09-16 | 1 | viernes, 16 de septiembre de 2016 | 1 1/2 * | 3000 | 77,6 | 15,24 | 43,38 | 617,00 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 2 | 15-09-16 | 7 | jueves, 22 de septiembre de 2016 | 1 1/2 * | 3000 | 350,7 | 15,24 | 196,05 | 2.788,42 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 3 | 15-09-16 | 14 | jueves, 29 de septiembre de 2016 | 1 1/2 * | 3000 | 479,3 | 15,24 | 267,93 | 3.810,92 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 4 | 15-09-16 | 28 | jueves, 13 de octubre de 2016 | 1 1/2 * | 3000 | 523,2 | 15,24 | 292,48 | 4.159,97 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 5 | 16-09-16 | 1 | sábado, 17 de septiembre de 2016 | 1* | 3000 | 48,5 | 15,24 | 27,11 | 385,62 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 6 | 16-09-16 | 3 | lunes, 19 de septiembre de 2016 | 1* | 3000 | 173,9 | 15,24 | 97,21 | 1.382,68 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 7 | 16-09-16 | 7 | viernes, 23 de septiembre de 2016 | 1* | 3000 | 301,1 | 15,24 | 168,32 | 2.394,05 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 8 | 16-09-16 | 14 | viernes, 30 de septiembre de 2016 | 1* | 3000 | 384,7 | 15,24 | 215,05 | 3.058,76 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 9 | 16-09-16 | 28 | viernes, 14 de octubre de 2016 | 1* | 3000 | 460,7 | 15,24 | 257,54 | 3.663,03 |
| JOSE EDMUNDO ROSERO | CUNETAS ALDANA | CILINDRO | 10 | 16-09-16 | 28 | viernes, 14 de octubre de 2016 | 1* | 3000 | 438,6 | 15,24 | 245,18 | 3.487,32 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 11 | 19-09-16 | 1 | martes, 20 de septiembre de 2016 | | 5000 | 155,7 | 15,24 | 87,04 | 1.237,97 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 12 | 19-09-16 | 3 | jueves, 22 de septiembre de 2016 | | 5000 | 399,5 | 15,24 | 223,33 | 3.176,43 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 13 | 19-09-16 | 3 | jueves, 22 de septiembre de 2016 | | 5000 | 402,3 | 15,24 | 224,89 | 3.198,69 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 14 | 19-09-16 | 7 | lunes, 26 de septiembre de 2016 | | 5000 | 497,5 | 15,24 | 278,11 | 3.955,63 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 15 | 19-09-16 | 14 | lunes, 03 de octubre de 2016 | | 5000 | 792,0 | 15,24 | 442,74 | 6.297,20 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 16 | 19-09-16 | 28 | lunes, 17 de octubre de 2016 | | 5000 | 883,4 | 15,24 | 493,83 | 7.023,93 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 17 | 19-09-16 | 3 | jueves, 22 de septiembre de 2016 | | 5000 | 514,1 | 15,24 | 287,39 | 4.087,62 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 18 | 19-09-16 | 3 | jueves, 22 de septiembre de 2016 | | 5000 | 504,4 | 15,24 | 281,97 | 4.010,49 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 1 | 01-10-16 | 3 | martes, 04 de octubre de 2016 | 1 3/4* | 5000 | 598,3 | 15,24 | 334,46 | 4.757,09 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 2 | 01-10-16 | 7 | sábado, 08 de octubre de 2016 | 1 3/4* | 5000 | 805,2 | 15,24 | 450,12 | 6.402,16 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | CILINDRO | 3 | 01-10-16 | 7 | sábado, 08 de octubre de 2016 | 1 3/4* | 5000 | 857,7 | 15,24 | 479,46 | 6.819,59 |

Tabla 9 Resultados de resistencia a la compresión de de cilindros (algunos ejemplos)

| Contratista | PROYECTO | TIPO | No: Muestra | FECHA TOMA | EDAD DE ROTURA | FECHA ROTURA | SLUMP * | Resis. nominal kg/cm2 | Altura h | Ancho b | Distancia entre apoyos | CARGA KN | MOD ROTURA kg/cm2 |
|---------------|------------|------|-------------|------------|----------------|----------------------------------|---------|-----------------------|----------|---------|------------------------|----------|-------------------|
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 1 | 01-10-16 | 14 | sábado, 15 de octubre de 2016 | 1 3/4" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 54,55 | 69,35 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 2 | 01-10-16 | 14 | sábado, 15 de octubre de 2016 | 1 3/4" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 49,50 | 62,93 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 3 | 01-10-16 | 14 | sábado, 15 de octubre de 2016 | 1 3/4" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 39,80 | 50,60 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 4 | 01-10-16 | 14 | sábado, 15 de octubre de 2016 | 1 3/4" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 51,60 | 65,60 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 5 | 03-10-16 | 14 | lunes, 17 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 45,65 | 58,04 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 6 | 03-10-16 | 14 | lunes, 17 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 46,00 | 58,48 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 7 | 03-10-16 | 7 | lunes, 10 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 38,45 | 48,88 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 10 | 03-10-16 | 7 | lunes, 10 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 40,00 | 50,85 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 11 | 05-10-16 | 7 | miércoles, 12 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 22,55 | 28,67 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 12 | 05-10-16 | 7 | miércoles, 12 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 33,35 | 42,40 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 13 | 05-10-16 | 14 | miércoles, 19 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 36,10 | 45,89 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 14 | 05-10-16 | 14 | miércoles, 19 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 54,55 | 69,35 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 15 | 05-10-16 | 14 | miércoles, 19 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 46,30 | 58,86 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 17 | 06-10-16 | 7 | jueves, 13 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 29,05 | 36,93 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 18 | 06-10-16 | 7 | jueves, 13 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 29,25 | 37,19 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 19 | 06-10-16 | 7 | jueves, 13 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 30,25 | 38,46 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 20 | 06-10-16 | 14 | jueves, 20 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 27,20 | 34,58 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 21 | 06-10-16 | 14 | jueves, 20 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 34,10 | 43,35 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 22 | 06-10-16 | 14 | jueves, 20 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 36,00 | 45,77 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 23 | 07-10-16 | 7 | viernes, 14 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 40,50 | 51,49 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 24 | 07-10-16 | 7 | viernes, 14 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 37,00 | 47,04 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 25 | 07-10-16 | 7 | viernes, 14 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 31,85 | 40,49 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 26 | 07-10-16 | 14 | viernes, 21 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 35,90 | 45,64 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 27 | 07-10-16 | 14 | viernes, 21 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 37,40 | 47,55 |
| MAURICIO MELO | AEROPUERTO | VIGA | 28 | 07-10-16 | 14 | viernes, 21 de octubre de 2016 | 2" | 45 | 15,24 | 15,24 | 45 | 36,10 | 45,89 |

Tabla 10 Resultados de módulo de rotura MR de vigas (algunos ejemplos)

2.5 LIMPIEZA DEL EQUIPO

Para producir un material de calidad es de vital importancia el mantenimiento del equipo, por lo cual se debe limpiar después de cada trabajo y ejecutar además una limpieza periódica con ayuda de un percutor para eliminar restos de concreto que queden adheridos a las áreas de mezcla y entrega de concreto. El concreto seco dentro del tornillo sinfín reduce el diámetro del mismo, por tanto no se puede producir el volumen esperado, ya que la eficiencia del equipo se verá reducida y por tanto su rendimiento (Ver Ilustración 35).

La limpieza requiere una mínima cantidad de agua liberada con una manguera a presión, propiciando un gran ahorro.

Cuando el lavado ha culminado, el equipo es cubierto con desmoldante, para darle una película protectora que reduzca la adherencia del concreto en el próximo uso.



Ilustración 35 Limpieza rutinaria del equipo

3. SUMINISTROS REALIZADOS

3.1 PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO

Localización: calle 17 entre carreras 18 y 19, Municipio de San Juan de Pasto, Departamento de Nariño (Ver Ilustración 36).

Solicitud: concreto hidráulico con módulo de rotura a la flexión 42 kgf/cm² (MR42).

Materiales:

Grava cantera la Vega.

Arena 60% del Espino 40% arena de trituración cantera la Vega.

Cemento Cemex.

Agua de nacimiento Mijitayo.

Dosificación: laboratorio de suelos y materiales JUAN CARLOS TRUJILLO DELGADO.

Volumen suministrado: 150 m³.

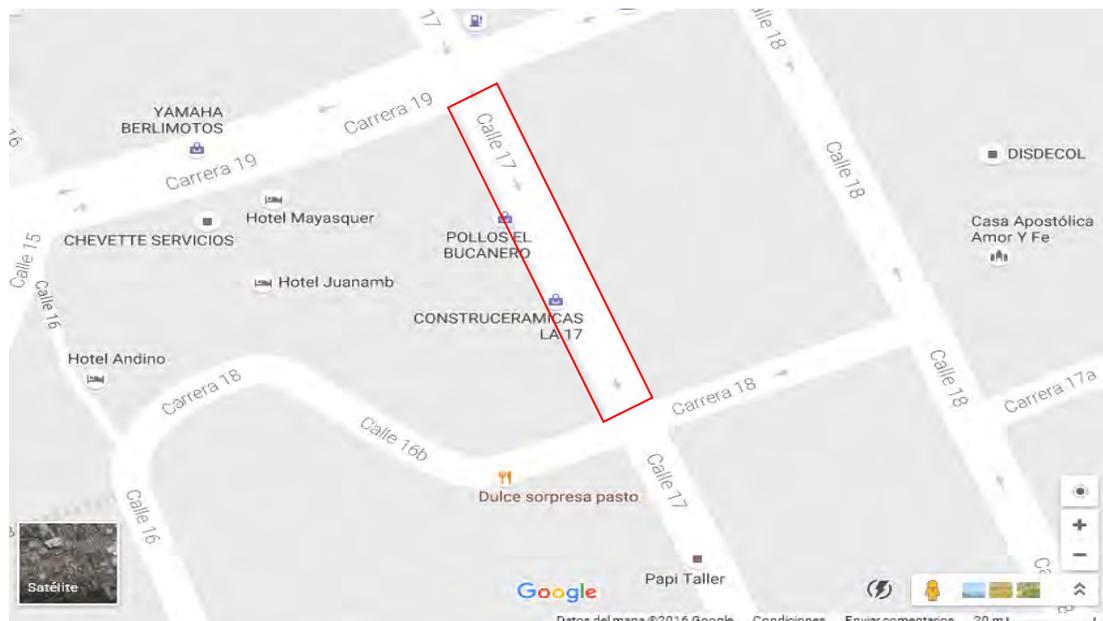


Ilustración 36 Localización pavimento hidráulico

Este trabajo tuvo un rendimiento bajo al inicio pues los materiales debían cargarse en un depósito en Catambuco, lo que retrasaba exageradamente el trabajo, pues se hacían solo 14 m³ diarios, mientras que al tomar la decisión de llevar los materiales a la obra, el rendimiento se duplicó, colocándose 30 m³ por jornada.

Para garantizar la resistencia se adicionó a la mezcla tradicional un aditivo plastificante, que cambiaba la consistencia del concreto (Ver ilustraciones 38 y 39), volviéndolo más plástico, lo cual a su vez lo tornaba un tanto más difícil de trabajar, ya que su fraguado inicial era un poco prematuro.



Ilustración 37 Preparación de la planta móvil



Ilustración 38 Producción de concreto hidráulico



Ilustración 39 Producción de concreto hidráulico

Los materiales empleados y el proceso de producción fueron aceptados y validados por el contratante, quien quedó satisfecho con el producto final. Las resistencias obtenidas finalmente oscilaban en promedio al 107% del requerimiento, obteniendo valores alrededor del MR 45, valores corroborados por el Consorcio JH, la interventoría de Avante y la empresa ERC S.A.S. con la medida del asentamiento y la toma y falla de cilindros (Ver Ilustraciones 40, 41 y 42).



Ilustración 40 Medición del asentamiento



Ilustración 41 Toma de vigas y cilindros



Ilustración 42 Falla de testigos en laboratorio

3.2 CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS

Localización: vía Aldana – Ipiales, Municipio de Aldana, Departamento de Nariño (Ver Ilustración 43).

Solicitud: concreto hidráulico con resistencia a la compresión de 3000 psi.

Materiales:

Grava cantera San Juan.
Arena 60% del Espino 40% arena de trituración AGRESUR.
Cemento Cemex.
Agua de nacimiento Ipiales.

Dosificación: laboratorio TEC INGENIERÍA.

Volumen suministrado: 225 m³.

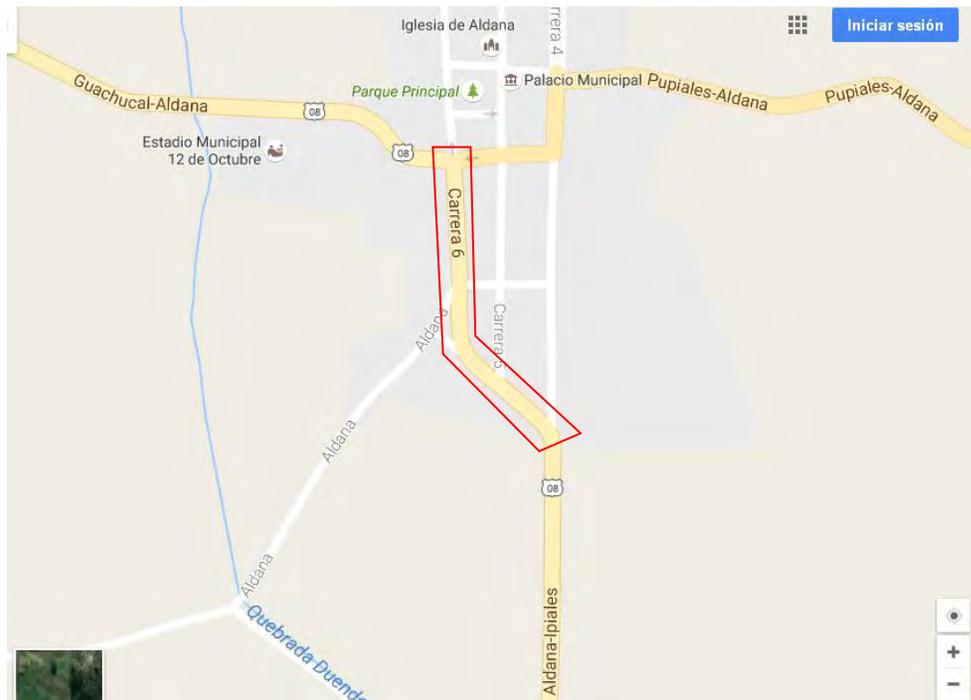


Ilustración 43 Localización cunetas

Por ser estructuras simples, el concreto requerido no era de alta resistencia. Inicialmente se trabajó con el plastificante para darle resistencia, pero siendo que esto generaba excesivos retrasos en la extensión y terminado del concreto, se optó por adicionar un aditivo fluidificante, que permitió producir una mezcla más manejable para el personal evitándoles un sobre-esfuerzo, y generando un mayor rendimiento (Ver Ilustraciones 44 y 45).

Aún así, la producción máxima que se pudo tener en esta obra fue de 24 m³ diarios, dado que Aldana queda a 40 minutos aproximadamente de Ipiales, y en vista de que no existía un lugar para acopiar material allá, la planta móvil debía movilizarse hasta el lote “La fortaleza” para ser recargada.



Ilustración 44 Colocación de concreto



Ilustración 45 Medición del asentamiento

3.3 PAVIMENTO PARQUEADERO AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO

Localización: aeropuerto Antonio Nariño, Municipio de Chachagüí, Departamento de Nariño (Ver Ilustración 46).

Solicitud: concreto hidráulico con módulo de rotura a la flexión 45 kgf/cm² (MR45).

Materiales:

Grava cantera la Vega.

Arena cantera la Vega.

Cemento ARGOS.

Agua de nacimiento Chachagüí.

Dosificación: laboratorio de suelos y materiales JUAN CARLOS TRUJILLO DELGADO.

Volumen suministrado: 204 m³



Ilustración 46 Localización aeropuerto Antonio Nariño

El suministro aquí detallado se realizó siguiendo el procedimiento estándar antes descrito (Ver Ilustración 47), con la particularidad de que para este se utilizó por demanda de la interventoría, la fibra de vidrio (Ver Ilustración 48)



Ilustración 47 Colocación de concreto



Ilustración 48 Fibra de vidrio



Ilustración 49 Toma de vigas y cilindros



Ilustración 50 Pavimento terminado

Utilización de fibra de vidrio (Ver Ilustración 51):

Para la elaboración del concreto utilizado en el pavimento del nuevo parqueadero del aeropuerto Antonio Nariño, por especificación técnica del diseñador se utilizó fibra de vidrio como refuerzo adicional a los esfuerzos de flexión a los que se verá sometido.

Las fibras de vidrio presentan un módulo elástico muy superior al de la mayoría de las fibras orgánicas, como las de polipropileno, pero menor que el del acero.

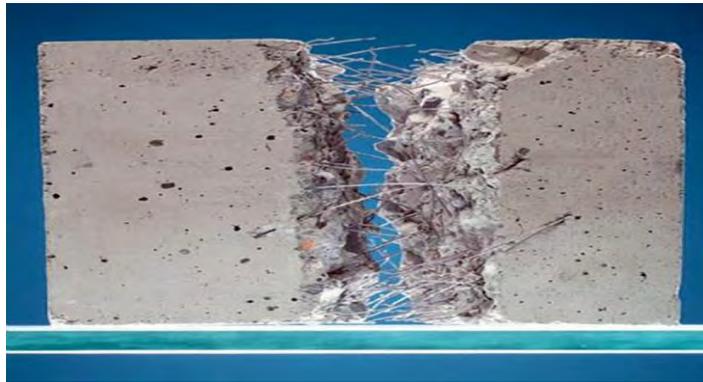


Ilustración 51 Concreto hidráulico con fibra de vidrio

Algunas de las propiedades que mejoran con la dosificación adecuada de fibra de vidrio en mezclas de concreto hidráulico, son:

- Mejor distribución de fuertes solicitaciones locales a la masa completa.
- Inhibición del movimiento de la humedad en el concreto, fenómeno que se presenta generalmente en superficies horizontales, debido a la evaporación excesivamente rápida del agua de la superficie del concreto, durante y después de su colocación, obteniendo un concreto más homogéneo.
- Las fibras de vidrio mejoran la resistencia a los daños, particularmente durante la manipulación de componentes “jóvenes”.
- Mejora la resistencia a la tracción / flexión, consiguiendo eliminar los refuerzos de acero en algunos elementos no estructurales.
- Disminuye el agrietamiento del hormigón por contracción plástica.

Las grietas prematuras por contracción plástica pueden formarse durante las primeras horas después del vaciado, cuando la resistencia a la tracción del concreto es superada por las fuerzas de retracción. Dado que, inmediatamente después de su vaciado, la resistencia a la tracción del concreto es casi de cero, la adición de cantidades incluso muy pequeñas de fibras de vidrio hace que el

concreto pueda resistir las fuerzas de agrietamiento, consiguiendo al mismo tiempo una ligazón adecuada para soportar los esfuerzos al interior de la masa.

La utilización de estas fibras ya había sido base de estudio años atrás; los primeros grandes desarrollos se lograron con la utilización de fibras de amianto. El material resultante, llamado “Fibro cemento”, presentaba grandes ventajas de costo y trabajabilidad. En búsqueda de un refuerzo que permitiera la consecución de un material compuesto robusto, con excelentes prestaciones, se han desarrollado numerosas experiencias con otras fibras de refuerzo tales como las de origen orgánico (aramidas, nylon, rayon, polipropileno, entre otras), inorgánico (vidrio, boro, carbono, etc.) y metálicas (hierro, fundición dúctil, acero, aluminio).

Entre todas ellas la mejor relación costo - propiedades mecánicas la ostentan las fibras de vidrio ofreciendo una gran facilidad de trabajo y manejabilidad, conjugada con un carácter inofensivo y seguro, otorgando grandes resistencias mecánicas.

Los primeros ensayos y experiencias para el refuerzo de los cementos y sus morteros se realizaron con fibras de vidrio tipo “E”, (usadas normalmente para el refuerzo de plásticos y poliésteres) dada la alta resistencia inherente de las mismas. Sin embargo, dichas tentativas fracasaron debido a que, este tipo de fibra al ser incorporada al mortero, estaba sujeta al ataque químico de los cristales alcalinos producidos en el proceso de hidratación del cemento, sin poderse remediar este problema.

En 1967 el Dr. Majundar, del Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido, empezó a investigar los vidrios que contenían Circonio, logrando convertir en fibra alguno de ellos y demostrando la resistencia que presentaban estas fibras ante el ataque alcalino en un medio agresivo como el que suponía el refuerzo de los cementos Portland (Ver Ilustración 52).



Ilustración 52 Fibra de vidrio alcalino-resistente

La supervisión de la administración de este material se realizó con cuidado, pues su dosificación es precisa, dado los aportes que ofrece y el costo de su utilización.

Esta se administró en una dosificación dada por el fabricante de 1 kg/m^3 , cantidad que sustituye aproximadamente 1 bulto de cemento obteniendo la misma resistencia de diseño solicitada por el contratante.

Finalmente, se lograron resultados del orden de 50 kgf/cm^2 a los 14 días e incluso en algunas muestras, a los 7 días de fraguado, siendo que el producto era MR45.

En cuanto al acabado, aunque se presentaba el temor de que las fibras no dejaran tallar la superficie del pavimento, pudo trabajarse de la mejor manera, ya que al mezclarse de manera integral con el concreto, su presencia era sutil y casi imperceptible (Ver Ilustración 50).

Será necesario realizar un estudio a fondo, con diferentes dosificaciones de materiales para obtener una relación que prediga la disminución en el consumo de cemento con el incremento en la fibra de vidrio, hasta el punto más conveniente tanto en el aspecto técnico como en el económico.

3.4 ANDENES ESTAMPADOS PARQUEADERO AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO

Localización: aeropuerto Antonio Nariño, Municipio de Chachagüí, Departamento de Nariño.

Solicitud: concreto hidráulico con resistencia a la compresión de 3000 psi.

Materiales:

Grava cantera la Vega.

Arena cantera la Vega.

Cemento ARGOS.

Agua de nacimiento Chachagüí.

Dosificación: laboratorio de suelos y materiales JUAN CARLOS TRUJILLO DELGADO.

Volumen suministrado: 104 m^3 .

Este concreto es el típico concreto de 3000 psi, aunque se debía producir con una baja cantidad de agua (ver Ilustración 53), que aunque dificultaba un poco su

extensión, permitía realizar un buen acabado del estampado, ya que para proceder con esta labor, el concreto debía alcanzar un punto preciso de pérdida de humedad en el que no estuviera tan blando que el tapete de texturizar se hundiera, ni tan duro que no tallara y se fisurara (Ver Ilustración 54).



Ilustración 53 Colocación de concreto



Ilustración 54 Andenes terminados

3.5 MUROS DE CONTENCIÓN

Localización: nueva vía de acceso Aeropuerto Antonio Nariño, Municipio de Chachagüí, Departamento de Nariño.

Solicitud: concreto hidráulico con resistencia a la compresión de 4000 psi.

Materiales:

Grava cantera la Vega.

Arena cantera la Vega.

Cemento ARGOS.

Agua de nacimiento Chachagüí.

Dosificación: laboratorio de suelos y materiales JUAN CARLOS TRUJILLO DELGADO.

Volumen suministrado: 160 m³.

Para esta parte del contrato en particular, no se prestó el servicio de entrega de concreto, sino solamente el alquiler de la planta móvil, servicio que incluía el equipo en sí, el combustible, el operador, y el acompañamiento de supervisión por parte del pasante, por lo tanto los materiales eran responsabilidad del contratante.

La colocación de este concreto se dificultaba un poco por la altura de las estructuras y por ende de las formaletas, ya que no se contaba con buenos espacios para estacionar el equipo (Ver Ilustración 55). Aún así, este inconveniente era llevadero.

La dosificación acordada especificaba ciertos materiales que correspondían a los acopiados en la obra, así que el concreto debía alcanzar sin problema las resistencias de diseño, pero de un momento a otro, los contratantes empezaron a llevar material muy diferente tanto en gradación como en limpieza y otras propiedades al acordado y fue ahí cuando el verdadero problema inicio. Dado que los materiales que empezaron a utilizar no eran los mismos que se habían calibrado, y no correspondían en nada a los descritos por el laboratorio en el diseño de mezcla, la empresa ERC S.A.S. deja de garantizar la calidad y la resistencia del concreto producido, pues a pesar de que el equipo siga trabajando de manera apropiada, la variación de materiales afecta radicalmente los resultados.

Esto se notó cuando las formaletas se retiraron y se observaron hormigueros (Ver Ilustración 56) y un mal acabado en las caras de los muros, empeorando la situación cuando se procedió a fallar los testigos de las estructuras construidas con dicho concreto y se vio un déficit en los valores obtenidos, por lo cual, en vez de trabajar con el material original, optaron por adicionar un bulto más de cemento, lo cual solucionó el problema en condiciones técnicas, pero impactó negativamente el factor económico.



Ilustración 55 Colocación de concreto



Ilustración 56 Muro terminado reparado los hormigueros

La colocación del concreto en estructuras altas como muros de contención se debe ejecutar con especial cuidado, debido a la segregación que sufren los materiales en el momento de impactar después de la gran caída, situación en la cual no solo influye la correcta dosificación y buen suministro del material, sino de la calidad de la mano de obra que recibe y ejecuta la fundición.

3.6 LOSA VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Localización: municipio de Pupiales, Departamento de Nariño. (Ver Ilustración 57).

Solicitud: concreto hidráulico con resistencia a la compresión de 3000 PSI.

Materiales:

Grava cantera San Juan.

Arena 60% del Espino 40% arena de trituración AGRESUR.

Cemento Cemex.

Agua de nacimiento Ipiales.

Dosificación: laboratorio TEC INGENIERÍA

Volumen suministrado: 15 m³.

Este pequeño suministro se realizó en condiciones muy complicadas para el rendimiento, pues a pesar de que el equipo es capaz de tener una alta producción, se debían entregar mínimas cantidades en pequeños baldes que pudiesen ser



Ilustración 59 Condiciones de colocación

3.7 PAVIMENTO VÍA DE ACCESO PISTA ESCUELA DE ENSEÑANZA AUTOMOVILÍSTICA CECAP

Localización: barrio el Charco, Municipio de Ipiales, Departamento de Nariño.

Solicitud: concreto hidráulico con módulo de rotura a la flexión 40 kgf/cm² (MR40).

Materiales:

Grava cantera San Juan.

Arena 60% del Espino 40% arena de trituración AGRESUR.

Cemento Cemex.

Agua de nacimiento Ipiales.

Dosificación: laboratorio TEC INGENIERÍA

Volumen suministrado: 46 m³.

El concreto aquí suministrado no tuvo complicaciones en cuanto al producto, simplemente no se entregó muy fluida para evitar segregación durante su extensión dada la alta pendiente de la vía en cuestión (Ver Ilustración 60); el inconveniente real era mecánico, pues mantener el camión parado en dicha cuesta era un tanto difícil, en vista de que el camión totalmente cargado alcanza aproximadamente un peso de 30 toneladas (Ver Ilustración 61).



Ilustración 60 Colocación de concreto en pendiente



Ilustración 61 Camión parado en pendiente

Es por cuestiones como estas, que el personal operador de los equipos debe encontrarse capacitado para maniobrar en las condiciones más desfavorables sin afectar el buen funcionamiento de la maquinaria y por tanto la producción del material.

CONCLUSIONES

- La calidad del concreto hidráulico se deriva principalmente de la calidad de los materiales que lo componen. El conocimiento completo de las propiedades de los materiales a utilizar es garantía parcial de los resultados finales.
- El control organizado de la documentación, el inventario y los procesos de trabajo generan mejores rendimientos para la empresa, ahorros de tiempo y costos, proyectando además una mejor imagen ante el público.
- La mano de obra para la instalación del concreto es un factor que complementa la producción, pues el manejo correcto de la mezcla definirá finalmente los resultados últimos, siendo que la mezcla producida posee las propiedades de mayor calidad, pero su incorrecta manipulación puede acarrear malos resultados ajenos a las garantías que se ofrecen en la empresa ERC S.A.S.
- Un continuo seguimiento al personal, así como el brindarles unas condiciones de trabajo adecuadas, como lo son la afiliación a salud y riesgos laborales y la dotación de implementos de seguridad, fomentan un buen ambiente laboral lo que se traduce en un mayor rendimiento por su parte.
- El personal debe encontrarse calificado de manera certificada, pues un operador no debe conocer únicamente el funcionamiento mecánico del equipo, sino también entender conceptos básicos del proceso teórico de producción, para no incurrir en errores perjudiciales, como lo es principalmente la adición desmedida de agua para darle mayor fluidez a la mezcla sin comprender el daño que esto le causa al material a futuro.
- El mantenimiento rutinario de los equipos garantiza su funcionamiento eficiente, generando mayores rendimientos de trabajo y reflejándose en ganancias para la empresa.
- La elaboración de la mezcla en sitio ofrece frescura y manejabilidad, y cero desperdicios en comparación a la producción con un camión mezclador tradicional.
- La variación indistinta y sin razón de los materiales utilizados en un concreto con una dosificación y materiales definidos afecta radicalmente los

resultados finales del concreto, que en la peor de las instancias puede incurrir una resistencia muy baja causando el rechazo en la recepción del material y por ende de la estructura construida.

- La verificación del asentamiento de la mezcla de concreto hidráulico y la modificación instantánea del contenido de agua permiten trabajar en condiciones reales óptimas sin poner en riesgo la calidad del producto final.
- En concretos de MR utilizados en elementos sometidos a flexión, el empleo de fibra de vidrio presenta resultados satisfactorios, tanto en incremento de resistencia como en disminución de costos.
- La elaboración de vigas y cilindros se debe realizar conforme lo indican las normas NTC 454 y NTC 550, para que los resultados sean representativos del concreto puesto en obra, ya que testigos mal tomados pueden arrojar resultados de resistencia por exceso o por defecto que implicarán la aceptación o rechazo como veredicto final del material.

RECOMENDACIONES

- Tener especial cuidado y seguir al pie de la letra el manual de operación de la planta OMEGA, para tener garantía de los procesos ejecutados.
- Velar por el correcto almacenamiento y la adecuada manipulación del cemento hidráulico, ya que el contacto con la humedad tiene efectos parciales de fraguado, que además de deteriorar las propiedades del material y por ende del concreto, deteriora y daña algunos componentes físicos del equipo, como piñones y bandas.
- Instruir al personal no solo en el funcionamiento del equipo en condiciones propicias, sino también en condiciones extremas, como pueden ser factores climáticos y reparaciones inmediatas a daños “comunes” que puedan presentarse.
- Realizar los ensayos con equipos certificados y calibrados, puesto que de los resultados obtenidos dependerán las correcciones consecuentes.
- Utilizar siempre el equipo de seguridad industrial, debido a que el personal se encuentra e constante riesgo de accidentalidad dentro de un ámbito laboral en obra.
- Aceptar contratos de producción con la suficiente anticipación que permita realizar los ensayos de materiales, la dosificación en laboratorio y la calibración del equipo sin incurrir en tiempos muertos o incumplimientos de contratos. Improvisar por falta de tiempo no es una opción sensata cuando de calidad se trata.
- Dejar por escrito todas las condiciones del suministro. Si el cliente aporta los materiales, especificar siempre que la empresa sale de responsabilidad en cuanto a calidad si existe variación en el tipo y condiciones de suministros, a menos que incluyan una nueva dosificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <http://omegacolombia.co/>
- <http://www.cemexcolombia.com/SolucionesConstructor/NormatividadConcreto.aspx>
- <http://blog.360gradosenconcreto.com/el-concreto-reforzado-con-fibras-de-vidrio/>
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC 396. Santafé de Bogotá. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 6p.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos. Concreto Fresco. Toma de muestras. NTC 454. Santafé de Bogotá. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 5p.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. NTC 550. Santafé de Bogotá. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 13p.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de Concreto. NTC 673. Santafé de Bogotá. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 17p.
- MANUAL DE NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS. Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada en los tercios de la luz libre. I.N.V. E – 414. Santafé de Bogotá. Instituto Nacional de Vías (INVIAS). 10p.
- ZAPATA MONTERO, Luis Evelio. Manual teórico práctico para la elaboración y presentación de trabajos de investigación. Anteproyecto - Proyecto – Informe Final – Pasantía. Pasto, Nariño. 2009. 155p.

ANEXOS

FORMATOS DE LABORATORIO

FORMATOS DE CONTROL DE PRODUCCIÓN Y EQUIPOS

EJEMPLO DE RECIBO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO

|  E.R.C. S.A.S. EDGAR RIVERA CASTRO NIT. 900.617.167-5 CONSTRUCTORA CALLE 22 No. 1A -- 69 Ofic. 205 Edificio Torres del Este - Tel: 314 632 2578 | DESPACHO No. | 0001 | | | | | | | |
|--|---|-------------|-----|---------|--|--|--|--|--|
| | <table border="1"> <tr> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> | DIA | MES | AÑO | | | | | |
| DIA | MES | AÑO | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| MATERIAL O SERVICIO: | CANTIDAD | UND | KM: | ABSCISA | | | | | |
| OBRA: | | | | | | | | | |
| CLIENTE: | TELÉFONO: | | | | | | | | |
| DIRECCION: | CC. / NIT: | | | | | | | | |
| EQUIPO: | PLACA DEL VEHICULO: | | | | | | | | |
| HORA DE SALIDA: | HORA DE INICIO: | | | | | | | | |
| HORA DE LLEGADA: | HORA DE TERMINACION: | | | | | | | | |
| SERVICIO DE BOMBEO: SI: <input type="checkbox"/> NO: <input type="checkbox"/> | TOTAL HORAS: | | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO: EN PLANTA: EN OBRA: | | | | | | | | | |
| OBSERVACIÓN: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| DESPACHADOR: | RECIBE: | CONDUCTOR: | | | | | | | |

|  E.R.C. S.A.S. EDGAR RIVERA CASTRO NIT. 900.617.167-5 CONSTRUCTORA CALLE 22 No. 1A -- 69 Ofic. 205 Edificio Torres del Este - Tel: 314 632 2578 | DESPACHO No. | 5337 | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------|-----|---------|----|----|----|--|--|
| | <table border="1"> <tr> <th>DIA</th> <th>MES</th> <th>AÑO</th> </tr> <tr> <td>15</td> <td>02</td> <td>17</td> </tr> </table> | DIA | MES | AÑO | 15 | 02 | 17 | | |
| DIA | MES | AÑO | | | | | | | |
| 15 | 02 | 17 | | | | | | | |
| MATERIAL O SERVICIO: | CANTIDAD | UND | KM: | ABSCISA | | | | | |
| Concreto MR 45 | 9,28 | m ³ | | | | | | | |
| OBRA: vía Alternativa Aciopucito Antonio Nariño | | | | | | | | | |
| CLIENTE: Ing. Mauricio Melo Mosquera | TELÉFONO: | | | | | | | | |
| DIRECCION: Chachagüí | CC. / NIT: 12'996.854 | | | | | | | | |
| EQUIPO: Planta móvil 1 | PLACA DEL VEHICULO: SVA 304 | | | | | | | | |
| HORA DE SALIDA: — | HORA DE INICIO: 7:30 am | | | | | | | | |
| HORA DE LLEGADA: — | HORA DE TERMINACION: 9:00 am | | | | | | | | |
| SERVICIO DE BOMBEO: SI: <input type="checkbox"/> NO: <input checked="" type="checkbox"/> | TOTAL HORAS: | | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO: EN PLANTA: EN OBRA: 2" | | | | | | | | | |
| OBSERVACIÓN: 12346 puntos 1330 pts / m ³ Con Fibra de Vidrio. | | | | | | | | | |
| DESPACHADOR: SARA GUERRERO APERO 1.005.314.077. | RECIBE:  Emersón Tulcán. | CONDUCTOR: OSCAR RIVERA | | | | | | | |

**RESULTADOS DE LABORATORIO PARA RESISTENCIA DE CILINDROS Y
VIGAS**

PAVIMENTACIÓN CALLE 17

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera
 Proyecto: Pavimentacion Calle 17
 Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:
 Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO / LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [kN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla | |
|-------------|-------------|--------------------------------------|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|----------------|--|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | | |
| 13 | | Pavimentacion Calle 17 | 24 | 08 | 16 | 25 | 08 | 16 | 1 | | | 4.500 | 46,4 | 25,4 | 361 | 8 | | |
| 14 | | | 24 | 08 | 16 | 27 | 08 | 16 | 3 | | | 4.500 | 266,2 | 145,6 | 2070 | 46 | | |
| 15 | | | 24 | 08 | 16 | 31 | 08 | 16 | 7 | | | 4.500 | 516,2 | 282,3 | 4015 | 89 | | |
| 16 | | | 24 | 08 | 16 | 31 | 08 | 16 | 7 | | | 4.500 | 498,8 | 272,8 | 3879 | 86 | | |
| 17 | | | 25 | 08 | 16 | 29 | 08 | 16 | 4 | | | 4.500 | 501,2 | 274,1 | 3898 | 87 | | |
| 18 | | | 25 | 08 | 16 | 01 | 09 | 16 | 7 | | | 4.500 | 542,3 | 296,6 | 4218 | 94 | | |
| 19 | | | 25 | 08 | 16 | 22 | 09 | 16 | 28 | | | 4.500 | 749,0 | 409,7 | 5825 | 129 | | |
| 20 | | | 25 | 08 | 16 | 22 | 09 | 16 | 28 | | | 4.500 | 805,4 | 440,5 | 6264 | 139 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TEC - INGENIERÍA SAS
LABORATORIO INTEGRADO DE INGENIERÍA CIVIL

RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO

NORMA INVIAS E-410-13

LAB-TEC-RS-008

VERSION: 0

Septiembre 6 de 2016

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera

Proyecto: Pavimentacion Calle 17

Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:

Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO / LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [kN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla |
|-------------|-------------|--------------------------------------|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|----------------|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | |
| 1 | | Pavimentacion Calle 17 | 17 | 08 | 16 | 18 | 08 | 18 | 1 | | | 4.500 | 96,7 | 52,9 | 752 | 17 | |
| 2 | | | 17 | 08 | 16 | 20 | 08 | 18 | 3 | | | 4.500 | 251,8 | 137,7 | 1958 | 44 | |
| 3 | | | 17 | 08 | 16 | 24 | 08 | 18 | 7 | | | 4.500 | 589,4 | 322,4 | 4584 | 102 | |
| 4 | | | 17 | 08 | 16 | 14 | 09 | 18 | 28 | | | 4.500 | 665,4 | 363,9 | 5175 | 115 | |
| 5 | | | 18 | 08 | 16 | 19 | 08 | 18 | 1 | | | 4.500 | 94,9 | 51,9 | 738 | 16 | |
| 6 | | | 18 | 08 | 16 | 22 | 08 | 18 | 4 | | | 4.500 | 380,5 | 208,1 | 2959 | 66 | |
| 7 | | | 18 | 08 | 16 | 25 | 08 | 18 | 7 | | | 4.500 | 502,6 | 274,9 | 3909 | 87 | |
| 8 | | | 18 | 08 | 16 | 15 | 09 | 18 | 28 | | | 4.500 | 723,9 | 395,9 | 5630 | 125 | |
| 9 | | | 20 | 08 | 16 | 03 | 09 | 18 | 14 | | | 4.500 | 652,5 | 356,9 | 6075 | 113 | |
| 10 | | | 20 | 08 | 16 | 03 | 09 | 18 | 14 | | | 4.500 | 600,6 | 328,5 | 4671 | 104 | |
| 11 | | | 20 | 08 | 16 | 17 | 09 | 18 | 28 | | | 4.500 | 726,8 | 397,5 | 5653 | 126 | |
| 12 | | | 20 | 08 | 16 | 17 | 09 | 18 | 28 | | | 4.500 | 698,8 | 382,2 | 5435 | 121 | |



RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO

NORMA INVIAS E-414 / E-415

F-19-29

VERSION: 0

MAYO 24 DE 2011

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera

Proyecto: Pavimentacion Calle 17

Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Procedencia:

Descripción: Vigas de Concreto

| VIGUETA No | No REMISION | ESTRUCTURA / LOCALIZACION (Descripcion detallada del abscisado) | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD Días | RESISTECIA ESPECIF Mpa | RESISTECIA ESPECIF Kg/cm2 | Altura h cm | Ancho A cm | Long. Luz cm | Resistencia Rotura Mpa | Resistencia Rotura Kg/cm2 |
|------------|-------------|--|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | | Día | Mes | Año | Día | Mes | Año | | | | | | | | |
| 1 | | Pavimentacion Calle 17 | 24 | 08 | 16 | 31 | 08 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,6 | 15,4 | 48,5 | 4,8 | 47,70 |
| 2 | | | 24 | 08 | 16 | 07 | 09 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,5 | 48,5 | 4,9 | 49,47 |
| 3 | | | 24 | 08 | 16 | 21 | 09 | 16 | 28 | 4,5 | 45,89 | 15,6 | 15,1 | 48,5 | 5,8 | 58,14 |
| 4 | | | 25 | 08 | 16 | 01 | 09 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,5 | 48,5 | 5,2 | 51,73 |
| 5 | | | 25 | 08 | 16 | 08 | 09 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,5 | 48,5 | 5,3 | 53,26 |
| 6 | | | 25 | 08 | 16 | 22 | 09 | 16 | 28 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,9 | 48,5 | 5,9 | 59,42 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

CUNETAS VÍA ALDANA - IPIALES

| |
|--|
| IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO |
| CONTRATISTA: Consorcio RP |
| Proyecto: Mejoramiento y construcción vía Ipiales - Aldana |

| MUESTRA Nº | ESTRUCTURA / ELEMENTO / LOCALIZACIÓN | FECHA TOMA | FECHA ROTURA | EDAD | SLUMP | RESISTENCIA ESP. | CARGA DE ROTURA | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | FORMA DE FALLA |
|------------|--------------------------------------|-------------|--------------|------|----------|------------------|-----------------|-----------------------------|------|------|----------------|
| | | Día/Mes/Año | Día/Mes/Año | Días | Pulgadas | PSI | KN | kg/cm2 | PSI | % | |
| 1 | Cuneta | 15/09/2016 | 16/09/2016 | 1 | 1 1/2 " | 3000 | 77,60 | 43,38 | 617 | 21% | Corte |
| 2 | | 15/09/2016 | 18/09/2016 | 3 | 1 1/2 " | | 350,70 | 196,05 | 2788 | 93% | |
| 3 | | 15/09/2016 | 22/09/2016 | 7 | 1 1/2 " | | 479,30 | 267,93 | 3811 | 127% | |
| 4 | | 15/09/2016 | 13/10/2016 | 28 | 1 1/2 " | | 483,00 | 270,00 | 3840 | 128% | |
| 5 | | 16/09/2016 | 17/09/2016 | 1 | 1" | | 48,50 | 27,11 | 386 | 13% | |
| 6 | | 16/09/2016 | 19/09/2016 | 3 | 1" | | 173,90 | 97,21 | 1383 | 46% | |
| 7 | | 16/09/2016 | 23/09/2016 | 7 | 1" | | 301,10 | 168,32 | 2394 | 80% | |
| 8 | | 16/09/2016 | 30/09/2016 | 14 | 1" | | 384,70 | 215,05 | 3059 | 102% | |
| 9 | | 16/09/2016 | 14/10/2016 | 28 | 1" | | 401,20 | 224,28 | 3190 | 106% | |
| 10 | | 16/09/2016 | 14/10/2016 | 28 | 1" | | 411,60 | 230,09 | 3273 | 109% | |
| 19 | | 20/09/2016 | 21/09/2016 | 1 | 1 3/4" | | 39,50 | 22,08 | 314 | 10% | |
| 20 | | 20/09/2016 | 23/09/2016 | 3 | 1 3/4" | | 134,80 | 75,35 | 1072 | 36% | |
| 21 | | 20/09/2016 | 27/09/2016 | 7 | 1 3/4" | | 278,30 | 155,57 | 2213 | 74% | |
| 22 | | 20/09/2016 | 04/10/2016 | 14 | 1 3/4" | | 353,90 | 197,83 | 2814 | 94% | |
| 23 | | 20/09/2016 | 18/10/2016 | 28 | 1 3/4" | | 384,10 | 214,72 | 3054 | 102% | |
| 24 | | 20/09/2016 | 18/10/2016 | 28 | 1 3/4" | | 380,40 | 212,65 | 3025 | 101% | |
| 25 | | 22/09/2016 | 23/09/2016 | 1 | 2" | | 100,80 | 56,35 | 801 | 27% | |

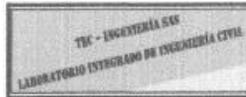
| |
|-----------------------|
| OBSERVACIONES: |
| |
| |

| |
|--|
| IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO |
| CONTRATISTA: Consorcio RP |
| Proyecto: Mejoramiento y construcción vía Ipiales - Aldana |

| MUESTRA Nº | ESTRUCTURA / ELEMENTO / LOCALIZACIÓN | FECHA TOMA | FECHA ROTURA | EDAD | SLUMP | RESISTENCIA ESP. | CARGA DE ROTURA | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | FORMA DE FALLA |
|------------|--------------------------------------|-------------|--------------|------|----------|------------------|-----------------|-----------------------------|------|------|----------------|
| | | Día/Mes/Año | Día/Mes/Año | Días | Pulgadas | PSI | KN | kg/cm2 | PSI | % | |
| 26 | Cuneta | 22/09/2016 | 25/09/2016 | 3 | 2" | 3000 | 207,20 | 115,83 | 1647 | 55% | Corte |
| 27 | | 22/09/2016 | 29/09/2016 | 7 | 2" | | 369,50 | 206,55 | 2938 | 98% | |
| 28 | | 22/09/2016 | 06/10/2016 | 14 | 2" | | 455,90 | 254,85 | 3625 | 121% | |
| 29 | | 22/09/2016 | 20/10/2016 | 28 | 2" | | 460,20 | 257,26 | 3659 | 122% | |
| 30 | | 22/09/2016 | 20/10/2016 | 28 | 2" | | 459,70 | 256,98 | 3655 | 122% | |
| 31 | | 24/09/2016 | 25/09/2016 | 1 | 1 3/4" | | 74,10 | 41,42 | 589 | 20% | |
| 32 | | 24/09/2016 | 27/09/2016 | 3 | 1 3/4" | | 212,70 | 118,90 | 1691 | 56% | |
| 33 | | 24/09/2016 | 01/10/2016 | 7 | 1 3/4" | | 327,80 | 183,24 | 2606 | 87% | |
| 34 | | 24/09/2016 | 08/10/2016 | 14 | 1 3/4" | | 407,00 | 227,52 | 3236 | 108% | |
| 35 | | 24/09/2016 | 22/10/2016 | 28 | 1 3/4" | | 438,10 | 244,90 | 3483 | 116% | |
| 36 | | 24/09/2016 | 22/10/2016 | 28 | 1 3/4" | | 410,60 | 229,53 | 3265 | 109% | |
| 37 | | 27/10/2016 | 30/10/2016 | 3 | 2 1/2" | | 108,10 | 60,43 | 860 | 29% | |
| 38 | | 27/10/2016 | 03/11/2016 | 7 | 2 1/2" | | 207,60 | 116,05 | 1651 | 55% | |
| 39 | | 27/10/2016 | 03/11/2016 | 7 | 2 1/2" | | 214,00 | 119,63 | 1702 | 57% | |
| 40 | | 27/10/2016 | 10/11/2016 | 14 | 2 1/2" | | 216,70 | 121,14 | 1723 | 57% | |
| 41 | | 27/10/2016 | 10/11/2016 | 14 | 2 1/2" | | 243,00 | 135,84 | 1932 | 64% | |
| 42 | | 27/10/2016 | 24/11/2016 | 28 | 2 1/2" | | 405,20 | 226,51 | 3222 | 107% | |

| |
|-----------------------|
| OBSERVACIONES: |
| |
| |

**PAVIMENTACIÓN PARQUEADERO CUBIERTO AEROPUERTO ANTONIO
NARIÑO**



RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO

NORMA INVIAS E-414 / E-415-13

F-19-29

VERSION: 0

MAYO 24 DE 2011

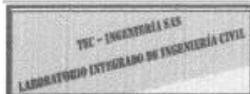
IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera
Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Procedencia:
Descripción: Vigas de Concreto

| VIGUETA No | No REMISION | ESTRUCTURA / LOCALIZACION (Descripcion detallada del abscisado) | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD Días | RESISTECIA ESPECIF Mpa | RESISTECIA ESPECIF Kg/cm2 | Altura h cm | Ancho A cm | Long. Luz cm | Resistencia Rotura Mpa | Resistencia Rotura Kg/cm2 |
|------------|-------------|--|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | | Día | Mes | Año | Día | Mes | Año | | | | | | | | |
| 1 | | Pavimentacion parqueadero cubierta aeropuerto Antonio Nariño Eje No. 8 | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,0 | 48,5 | 7,89 | 78,88 |
| 2 | | | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 15,4 | 48,2 | 6,84 | 68,38 |
| 3 | | | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 15,4 | 48,7 | 5,55 | 55,55 |
| 4 | | | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,3 | 16 | 48,6 | 6,83 | 68,27 |
| 5 | | | 03 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 15,5 | 48,0 | 6,24 | 62,39 |
| 6 | | | 03 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,7 | 15,5 | 48,2 | 5,92 | 59,18 |
| 7 | | | 03 | 10 | 16 | 10 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,3 | 48,5 | 5,17 | 51,73 |
| 8 | | | 03 | 10 | 16 | 10 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,4 | 15,5 | 48,2 | 4,02 | 40,25 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |



RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO

NORMA INVIAS E-414 / E-415

F-19-29

VERSION: 0

MAYO 24 DE 2011

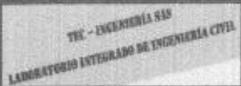
IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera
Proyecto: Pavimentacion Parquesadero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Procedencia:
Descripción: Vigas de Concreto

| VIGUETA No | No REMISION | ESTRUCTURA / LOCALIZACION (Descripción detallada del abscisado) | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD Días | RESISTECIA ESPECIF Mpa | RESISTECIA ESPECIF Kg/cm2 | Altura h cm | Ancho A cm | Long. Luz cm | Resistencia Rotura Mpa | Resistencia Rotura Kg/cm2 |
|------------|-------------|--|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | | Día | Mes | Año | Día | Mes | Año | | | | | | | | |
| 11 | | Pavimentacion parqueadero cubierta aeropuerto Antonio Nariño | 05 | 10 | 16 | 12 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,3 | 48,5 | 3,0 | 30,34 |
| 12 | | | 05 | 10 | 16 | 12 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,3 | 15,7 | 48,5 | 4,5 | 44,88 |
| 13 | | | 05 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 15,2 | 48,2 | 5,1 | 50,52 |
| 14 | | | 05 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 16 | 48,2 | 7,3 | 72,53 |
| 15 | | | 05 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,6 | 15,7 | 48,8 | 6,0 | 60,05 |
| 17 | | | 05 | 10 | 16 | 12 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 15,5 | 48,5 | 4,0 | 40,12 |
| 18 | | | 06 | 10 | 16 | 13 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,4 | 15,2 | 48,0 | 4,0 | 39,71 |
| 19 | | | 06 | 10 | 16 | 13 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15 | 15,7 | 48,2 | 4,2 | 42,09 |
| 20 | | | 06 | 10 | 16 | 20 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,7 | 48,1 | 3,7 | 37,27 |
| 21 | | | 06 | 10 | 16 | 20 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,4 | 48,0 | 4,5 | 45,11 |
| 22 | | | 06 | 10 | 16 | 20 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,2 | 48,8 | 5,1 | 51,48 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

|  | | RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO | | | | | | | | | | | F-19-29 | | | |
|---|-------------|--|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| NORMA INVIAS E-414 / E-415 | | | | | | | | | | | | | VERSION: 0 | | | |
| MAYO 24 DE 2011 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICACION DEL PROYECTO: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contratista: | | MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyecto: | | Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño | | | | | | | | | | | | | | |
| Contrato No: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICACION DEL MATERIAL: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Procedencia: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción: | | Vigas de Concreto | | | | | | | | | | | | | | |
| VIGUETA No | No REMISION | ESTRUCTURA / LOCALIZACION (Descripcion detallada del abscisado) | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD Días | RESISTECIA ESPECIF Mpa | RESISTECIA ESPECIF Kg/cm2 | Altura h cm | Ancho A cm | Long. Luz cm | Resistencia Rotura Mpa | Resistencia Rotura Kg/cm2 |
| | | | Día | Mes | Año | Día | Mes | Año | | | | | | | | |
| 23 | | Pavimentacion parqueadero cubierta aeropuerto Antonio Nariño | 07 | 10 | 16 | 14 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,1 | 48,5 | 5,82 | 58,18 |
| 24 | | | 07 | 10 | 16 | 14 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 16,1 | 48,2 | 5,0 | 49,54 |
| 25 | | | 07 | 10 | 16 | 14 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,3 | 15,3 | 48,4 | 4,4 | 43,89 |
| 26 | | | 07 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,2 | 48,2 | 5,0 | 49,92 |
| 27 | | | 07 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,5 | 48,5 | 5,8 | 57,97 |
| 28 | | | 07 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,4 | 48,2 | 6,4 | 64,43 |
| 29 | | | 08 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,4 | 15,2 | 48,8 | 4,9 | 48,80 |
| 30 | | | 08 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,4 | 16,1 | 48,0 | 4,3 | 43,46 |
| 31 | | | 08 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,4 | 48,5 | 5,1 | 50,66 |
| 32 | | | 08 | 10 | 16 | 22 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,2 | 48,0 | 4,9 | 49,32 |
| 33 | | | 08 | 10 | 16 | 22 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,3 | 15,1 | 48,4 | 5,0 | 49,92 |
| 34 | | | 08 | 10 | 16 | 22 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 16 | 49,0 | 4,6 | 45,62 |



RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO

NORMA INVIAS E-414 / E-415

F-19-29

VERSION: 0

MAYO 24 DE 2011

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edgar Rivera
Proyecto: Pavimentacion Parquesadero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Procedencia:
Descripción: Vigas de Concreto

| VIGUETA No | No REMISION | ESTRUCTURA / LOCALIZACION (Descripcion detallada del absicidado) | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD Días | RESISTECIA ESPECIF Mpa | RESISTECIA ESPECIF Kg/cm2 | Altura h cm | Ancho A cm | Long. Luz cm | Resistencia Rotura Mpa | Resistencia Rotura Kg/cm2 |
|------------|-------------|---|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | | Día | Mes | Año | Día | Mes | Año | | | | | | | | |
| 35 | | Pavimentacion parqueadero cubierta aeropuerto Antonio Nariño | 10 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,4 | 15,1 | 48,5 | 5,5 | 54,62 |
| 36 | | | 10 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 16,1 | 48,2 | 4,3 | 43,18 |
| 37 | | | 10 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,1 | 48,4 | 5,3 | 52,97 |
| 38 | | | 10 | 10 | 16 | 24 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,1 | 48,4 | 3,7 | 37,50 |
| 39 | | | 10 | 10 | 16 | 24 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,1 | 48,2 | 3,9 | 38,69 |
| 40 | | | 10 | 10 | 16 | 24 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,2 | 15,1 | 48,0 | 4,3 | 42,51 |
| 41 | | | 11 | 10 | 16 | 18 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,1 | 15,1 | 48,5 | 4,4 | 43,52 |
| 42 | | | 11 | 10 | 16 | 18 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,1 | 48,4 | 5,1 | 50,74 |
| 43 | | | 11 | 10 | 16 | 18 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,4 | 15,1 | 48,2 | 4,8 | 48,45 |
| 44 | | | 11 | 10 | 16 | 25 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,4 | 49,6 | 4,7 | 47,30 |
| 45 | | | 11 | 10 | 16 | 25 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,4 | 49,0 | 4,6 | 46,46 |
| 46 | | | 11 | 10 | 16 | 25 | 10 | 16 | 14 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,4 | 49,0 | 5,4 | 54,36 |



RESISTENCIA A FLEXION DEL CONCRETO

NORMA INVIAS E-414 / E-415

F-19-29

VERSION: 0

MAYO 24 DE 2011

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: MR CONCRETO SAS - Ingeniero Edger Rivera
Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Procedencia:
Descripción: Vigas de Concreto

| VIGUETA No | No REMISION | ESTRUCTURA / LOCALIZACION (Descripcion detallada del abscisado) | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD Días | RESISTECIA ESPECIF Mpa | RESISTECIA ESPECIF Kg/cm2 | Altura h cm | Ancho A cm | Long. Luz cm | Resistencia Rotura Mpa | Resistencia Rotura Kg/cm2 |
|------------|-------------|--|------------|-----|-----|--------------|-----|-----|--------------|------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| | | | Día | Mes | Año | Día | Mes | Año | | | | | | | | |
| 47 | | Pavimentacion parqueadero cubierta aeropuerto Antonio Nariño | 12 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,6 | 15,4 | 48,5 | 4,8 | 47,70 |
| 48 | | | 12 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,5 | 15,5 | 48,5 | 4,9 | 49,47 |
| 49 | | | 12 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 7 | 4,5 | 45,89 | 15,6 | 15,1 | 48,5 | 5,8 | 58,14 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: Ingeniero Edgar Rivera
 Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
 Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:
 Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO /LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [kN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla |
|-------------|-------------|--|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|----------------|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | |
| 1 | | Pavimentacion parqueadero Cubierta Aeropuerto Antonio Nariño | 01 | 10 | 16 | 08 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 596,3 | 327,2 | 4653 | 103 | |
| 2 | | | 01 | 10 | 16 | 08 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 805,2 | 440,4 | 6262 | 139 | |
| 3 | | | 01 | 10 | 16 | 08 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 857,7 | 469,1 | 6671 | 148 | |
| 4 | | | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 858,3 | 469,4 | 6675 | 148 | |
| 5 | | | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 902,2 | 493,5 | 7017 | 156 | |
| 6 | | | 01 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 933,9 | 510,8 | 7263 | 161 | |
| 7 | | | 03 | 10 | 16 | 08 | 10 | 16 | 3 | | | 4.500 | 530,6 | 290,2 | 4127 | 92 | |
| 8 | | | 03 | 10 | 16 | 10 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 820,8 | 448,9 | 6384 | 142 | |
| 9 | | | 03 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 920,0 | 503,2 | 7155 | 159 | |
| 10 | | | 05 | 10 | 16 | 12 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 800,0 | 437,6 | 6222 | 138 | |
| 11 | | | 05 | 10 | 16 | 12 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 678,3 | 371,0 | 5275 | 117 | |
| 12 | | | 05 | 10 | 16 | 12 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 735,3 | 402,2 | 5719 | 127 | |

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: Ingeniero Edgar Rivera
 Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
 Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:
 Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO /LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [kN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla |
|-------------|-------------|---|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------|-----|----------------|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | |
| 13 | | Pavimentacion parqueadero Cubierta Aeropuerto Antonio Nariño | 05 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 838,7 | 458,7 | 6523 | 145 | |
| 14 | | | 05 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 831,9 | 455,0 | 6470 | 144 | |
| 15 | | | 05 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 858,1 | 469,3 | 6674 | 148 | |
| 16 | | | 06 | 10 | 16 | 13 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 523,1 | 286,1 | 4068 | 90 | |
| 17 | | | 06 | 10 | 16 | 13 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 267,5 | 146,3 | 2080 | 46 | |
| 18 | | | 06 | 10 | 16 | 20 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 565,9 | 309,5 | 4401 | 98 | |
| 19 | | | 06 | 10 | 16 | 20 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 705,9 | 386,1 | 5490 | 122 | |
| 20 | | | 06 | 10 | 16 | 20 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 637,3 | 348,6 | 4957 | 110 | |
| 21 | | | 07 | 10 | 16 | 14 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 548,8 | 300,2 | 4268 | 95 | |
| 22 | | | 07 | 10 | 16 | 14 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 434,8 | 237,8 | 3382 | 75 | |
| 23 | | | 07 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 754,0 | 412,4 | 5864 | 130 | |
| 24 | | | 07 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 504,5 | 275,9 | 3924 | 87 | |

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: Ingeniero Edgar Rivera
 Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
 Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:
 Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO /LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [kN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla |
|-------------|-------------|--|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|----------------|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | |
| 25 | | Pavimentacion parqueadero Cubierta Aeropuerto Antonio Nariño | 08 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 692,6 | 378,9 | 5388 | 120 | |
| 26 | | | 08 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 674,5 | 368,9 | 5246 | 117 | |
| 27 | | | 08 | 10 | 16 | 15 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 632,0 | 345,7 | 4915 | 109 | |
| 28 | | | 08 | 10 | 16 | 22 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 738,0 | 403,6 | 5740 | 128 | |
| 29 | | | 08 | 10 | 16 | 22 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 734,2 | 401,6 | 5710 | 127 | |
| 30 | | | 08 | 10 | 16 | 22 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 688,8 | 376,6 | 5356 | 119 | |
| 31 | | | 10 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 497,6 | 272,2 | 3670 | 86 | |
| 32 | | | 10 | 10 | 16 | 17 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 572,5 | 313,1 | 4453 | 99 | |
| 33 | | | 10 | 10 | 16 | 24 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 741,5 | 405,6 | 5767 | 128 | |
| 34 | | | 10 | 10 | 16 | 24 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 733,2 | 401,0 | 5702 | 127 | |
| 35 | | | 10 | 10 | 16 | 07 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | | | | | |
| 36 | | | 10 | 10 | 16 | 07 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | | | | | |

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: Ingeniero Edgar Rivera
 Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Narifo
 Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:
 Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO /LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [dN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla |
|-------------|-------------|--|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|----------------|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | |
| 37 | | Pavimentacion parqueadero Cubierta Aeropuerto Antonio Narifo | 11 | 10 | 16 | 18 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 684,9 | 374,6 | 5327 | 118 | |
| 38 | | | 11 | 10 | 16 | 18 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 597,2 | 326,6 | 4645 | 103 | |
| 39 | | | 11 | 10 | 16 | 25 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 624,5 | 341,6 | 4857 | 108 | |
| 40 | | | 11 | 10 | 16 | 25 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 678,5 | 371,1 | 5277 | 117 | |
| 41 | | | 11 | 10 | 16 | 08 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | 644,9 | 352,7 | 5016 | 111 | |
| 42 | | | 11 | 10 | 16 | 08 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | 674,8 | 369,1 | 5248 | 117 | |
| 43 | | | 12 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 706,8 | 386,6 | 5497 | 122 | |
| 44 | | | 12 | 10 | 16 | 19 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 718,5 | 393,0 | 5588 | 124 | |
| 45 | | | 12 | 10 | 16 | 26 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 685,3 | 374,8 | 5330 | 118 | |
| 46 | | | 12 | 10 | 16 | 26 | 10 | 16 | 14 | | | 4.500 | 666,3 | 364,4 | 5182 | 115 | |
| 47 | | | 12 | 10 | 16 | 09 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | 684,6 | 374,4 | 5324 | 118 | |
| 48 | | | 12 | 10 | 16 | 09 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | 654,4 | 357,9 | 5090 | 113 | |

IDENTIFICACION DEL PROYECTO:

Contratista: Ingeniero Edgar Rivera
 Proyecto: Pavimentacion Parquedero cubierta Aeropuerto Antonio Nariño
 Contrato No:

IDENTIFICACION DEL MATERIAL:

Sector:
 Descripción:

| CILINDRO No | REMISION No | ESTRUCTURA / ELEMENTO /LOCALIZACION | FECHA TOMA | | | FECHA ROTURA | | | EDAD [Dias] | ASENTAMIENTO | | RESISTENCIA ESPECIF [PSI] | Carga Rotura [kN] | Resistencia a Compresión | | | Forma de falla |
|-------------|-------------|--|------------|------|------|--------------|------|------|-------------|--------------|-------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------|-----|----------------|
| | | | [DD] | [MM] | [AA] | [DD] | [MM] | [AA] | | DOSIFIC. | SLUMP | | | (kg/cm ²) | [psi] | % | |
| 49 | | Pavimentacion parqueadero Cubierta Aeropuerto Antonio Nariño | 14 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 673,7 | 368,5 | 5240 | 116 | |
| 50 | | | 14 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 680,7 | 372,3 | 5294 | 118 | |
| 51 | | | 14 | 10 | 16 | 21 | 10 | 16 | 7 | | | 4.500 | 673,3 | 368,3 | 5237 | 116 | |
| 52 | | | 14 | 10 | 16 | 11 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | 714,5 | 390,8 | 5557 | 123 | |
| 53 | | | 14 | 10 | 16 | 11 | 11 | 16 | 28 | | | 4.500 | 718,1 | 392,8 | 5585 | 124 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

MUROS DE CONTENCIÓN VÍA ALTERNA AEROPUERTO ANTONIO NARIÑO



Suelos & Diseños
 GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

Cra 13ª No 4-96 Barrio Nueva Colombia Pasto Nariño
 suelosydiseños@hotmail.com Teléfonos: 7209343 - 3154506702

LABORATORIO DE GEOTECNIA Y DISEÑOS DE CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO
 I.N.V. E - 410

Nombre del Proyecto: Ampliación Aeropuerto Antonio Nariño

Solicita: Consorcio SBM 46

Fecha de Entrega de Informe: martes 17 de enero de 2017

Fuente de Materiales: Concreto en Obra

| Muestra No. | Localización En Obra | Fecha Elaboración | Fecha Rotura | Edad (Días) | Asentamiento Slump | Resistencia Teórica (PSI) | Resistencia KN | Resistencia (PSI) | % Alcanzado | Proyección 28 Días | |
|-------------|---|-------------------|--------------|-------------|--------------------|---------------------------|----------------|-------------------|-------------|--------------------|--|
| 966 | Andenes Eje B Y B' entre 8 y 9 M-197 | 20-dic-17 | 10-ene-18 | 21 | | 3000 | 392,8 | 3126 | 104% | | |
| 967 | | | 17-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 968 | | | 14-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 969 | | | 14-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 970 | Anden Rampla 1 Eje 3 y 5 M-198 | 22-dic-17 | 12-ene-18 | 21 | | 3000 | 418,9 | 3334 | 111% | | |
| 971 | | | 19-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 972 | | | 16-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 973 | | | 16-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 974 | Alcantarilla K 0+243 M-199 | 23-dic-17 | 13-ene-18 | 21 | | 3000 | 425,5 | 3387 | 113% | | |
| 975 | | | 20-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 976 | | | 17-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 977 | | | 17-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 978 | Zarpa Muro de Contención Módulo 9 M-200 | 24-dic-17 | 14-ene-18 | 21 | | 4000 | 510,9 | 4066 | 102% | | |
| 979 | | | 21-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 980 | | | 18-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 981 | | | 18-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 982 | Placa Salida parqueadero K 0+000 al K 0+010 Izquierdo M-201 | 27-dic-17 | 10-ene-18 | 14 | | 4600 | 560,5 | 4461 | 97% | | |
| 983 | | | 17-ene-18 | 21 | | | | 650,8 | 5180 | 113% | |
| 984 | | | 24-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 985 | | | 21-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 986 | Placa Salida parqueadero K 0+010 al K 0+020 Izquierdo M-202 | 28-dic-17 | 11-ene-18 | 14 | | 4600 | 569,3 | 4531 | 99% | | |
| 987 | | | 18-ene-18 | 21 | | | | 653,6 | 5202 | 113% | |
| 988 | | | 25-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 989 | | | 22-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |
| 990 | Zarpa Muro de Contención Módulo 10 M-203 | 28-dic-17 | 11-ene-18 | 14 | | 4000 | 491,1 | 3909 | 98% | | |
| 991 | | | 18-ene-18 | 21 | | | | 0 | 0% | | |
| 992 | | | 25-ene-18 | 28 | | | | 0 | 0% | | |
| 993 | | | 22-feb-18 | 56 | | | | 0 | 0% | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|-----------|-----------|----|------|-------|------|------|
| 926 | Zarpa Muro de Contención Módulo 4 M-187 | 01-dic-17 | 15-dic-17 | 14 | 4000 | 484,5 | 3856 | 96% |
| 927 | | | 22-dic-17 | 21 | | 555,7 | 4423 | 111% |
| 928 | | | 29-dic-17 | 28 | | | 0 | 0% |
| 929 | | | 26-ene-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 930 | Zarpa Muro de Contención Módulo 8 M-188 | 01-dic-17 | 15-dic-17 | 14 | 4000 | 491,3 | 3910 | 98% |
| 931 | | | 22-dic-17 | 21 | | 549,8 | 4376 | 109% |
| 932 | | | 29-dic-17 | 28 | | | 0 | 0% |
| 933 | | | 26-ene-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 934 | Andenes Eje B entre 4 y 6 M-189 | 03-dic-17 | 10-dic-17 | 7 | 3000 | 224,9 | 1790 | 60% |
| 935 | | | 17-dic-17 | 14 | | 237,3 | 1889 | 63% |
| 936 | | | 31-dic-17 | 28 | | 338,4 | 2693 | 90% |
| 937 | | | 28-ene-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 938 | Muro de Contención Vastago Módulo 4 M-190 | 05-dic-17 | 12-dic-17 | 7 | 4000 | 349,9 | 2785 | 70% |
| 939 | | | 19-dic-17 | 14 | | 390,9 | 3111 | 78% |
| 940 | | | 02-ene-18 | 28 | | 439,1 | 3495 | 87% |
| 941 | | | 30-ene-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 942 | Andenes Eje B Y B' entre 2 y 4 M-191 | 07-dic-17 | 14-dic-17 | 7 | 3000 | 264,6 | 2106 | 70% |
| 943 | | | 21-dic-17 | 14 | | 352,3 | 2804 | 93% |
| 944 | | | 04-ene-18 | 28 | | 430,7 | 3428 | 114% |
| 945 | | | 01-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 946 | Muro de Contención Vastago Módulo 7 M-192 | 08-dic-17 | 15-dic-17 | 7 | 4000 | 279,1 | 2221 | 56% |
| 947 | | | 22-dic-17 | 14 | | 344,3 | 2740 | 69% |
| 948 | | | 05-ene-18 | 28 | | 410,0 | 3263 | 82% |
| 949 | | | 02-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 950 | Andenes Eje B Y B' entre 4 y 6 M-193 | 13-dic-17 | 20-dic-17 | 7 | 3000 | 238,5 | 1898 | 63% |
| 951 | | | 27-dic-17 | 14 | | 321,9 | 2562 | 85% |
| 952 | | | 10-ene-18 | 28 | | 424,5 | 3379 | 113% |
| 953 | | | 07-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 954 | Alcantarilla K 0+105 M-194 | 14-dic-17 | 21-dic-17 | 7 | 3000 | 302,7 | 2409 | 80% |
| 955 | | | 28-dic-17 | 14 | | 374,5 | 2981 | 99% |
| 956 | | | 11-ene-18 | 28 | | 436,9 | 3477 | 116% |
| 957 | | | 08-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 958 | Andenes Eje B Y B' entre 6 y 8 M-195 | 15-dic-17 | 12-ene-18 | 28 | 3000 | 437,9 | 3485 | 116% |
| 959 | | | 09-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 960 | | | 09-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 961 | | | 09-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 962 | Muro de Contención Vastago Módulo 8 M-196 | 15-dic-17 | 12-ene-18 | 28 | 4000 | 548,4 | 4365 | 145% |
| 963 | | | 09-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 964 | | | 09-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |
| 965 | | | 09-feb-18 | 56 | | | 0 | 0% |

| | | | | | | | | |
|-----|--|-----------|-----------|----|------|-------|------|------|
| 886 | Zarpa Muro de Contención Módulo 6A M-177 | 17-nov-16 | 24-nov-16 | 7 | 4000 | 485,1 | 3861 | 97% |
| 887 | | | 01-dic-16 | 14 | | 560,1 | 4458 | 111% |
| 888 | | | 15-dic-16 | 28 | | | 0 | 0% |
| 889 | | | 12-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 890 | Zarpa Muro de Contención Módulo 2 M-178 | 18-nov-16 | 25-nov-16 | 7 | 4000 | 375,2 | 2986 | 75% |
| 891 | | | 02-dic-16 | 14 | | 459,6 | 3658 | 91% |
| 892 | | | 16-dic-16 | 28 | | 551,9 | 4393 | 110% |
| 893 | | | 13-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 894 | Zarpa Muro de Contención Módulo 3 M-179 | 19-nov-16 | 26-nov-16 | 7 | 4000 | 404,8 | 3222 | 81% |
| 895 | | | 03-dic-16 | 14 | | 466,0 | 3709 | 93% |
| 896 | | | 17-dic-16 | 28 | | 550,9 | 4385 | 110% |
| 897 | | | 14-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 898 | Muro de Contención Vastago Módulo 6 M-180 | 21-nov-16 | 28-nov-16 | 7 | 4000 | 376,6 | 2997 | 75% |
| 899 | | | 05-dic-16 | 14 | | 394,8 | 3142 | 79% |
| 900 | | | 19-dic-16 | 28 | | 514,1 | 4092 | 102% |
| 901 | | | 16-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 902 | Muro de Contención Vastago Módulo 1 M-181 | 22-nov-16 | 29-nov-16 | 7 | 4000 | 419,2 | 3336 | 83% |
| 903 | | | 06-dic-16 | 14 | | 477,6 | 3801 | 95% |
| 904 | | | 20-dic-16 | 28 | | 536,8 | 4272 | 107% |
| 905 | | | 17-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 906 | Muro de Contención Vastago Módulo 2 M-182 | 25-nov-16 | 09-dic-16 | 14 | 4000 | 450,3 | 3584 | 90% |
| 907 | | | 16-dic-16 | 21 | | 487,4 | 3879 | 97% |
| 908 | | | 23-dic-16 | 28 | | 496,4 | 3951 | 99% |
| 909 | | | 20-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 910 | Andenes Eje B entre 2 y 3 M-183 | 25-nov-16 | 09-dic-16 | 14 | 3000 | 527,2 | 4196 | 140% |
| 911 | | | 16-dic-16 | 21 | | | 0 | 0% |
| 912 | | | 23-dic-16 | 28 | | | 0 | 0% |
| 913 | | | 20-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 914 | Muro de Contención Vastago Módulo 6A M-184 | 26-nov-16 | 10-dic-16 | 14 | 4000 | 401,0 | 3192 | 80% |
| 915 | | | 17-dic-16 | 21 | | 439,5 | 3498 | 87% |
| 916 | | | 24-dic-16 | 28 | | 473,4 | 3768 | 94% |
| 917 | | | 21-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 918 | Muro de Contención Vastago Módulo 3 M-185 | 28-nov-16 | 12-dic-16 | 14 | 4000 | 400,1 | 3184 | 80% |
| 919 | | | 19-dic-16 | 21 | | 469,0 | 3733 | 93% |
| 920 | | | 26-dic-16 | 28 | | 493,6 | 3929 | 98% |
| 921 | | | 23-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |
| 922 | Zarpa Muro de Contención Módulo 7 M-186 | 29-nov-16 | 13-dic-16 | 14 | 4000 | 478,5 | 3808 | 95% |
| 923 | | | 20-dic-16 | 21 | | 508,1 | 4044 | 101% |
| 924 | | | 27-dic-16 | 28 | | | 0 | 0% |
| 925 | | | 24-ene-17 | 56 | | | 0 | 0% |



Suelos & Diseños

GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

Cra 13ª No 4-96 Barrio Nueva Colombia Pasto Nariño
suelosydiseños@hotmail.com Teléfonos: 7209343 - 3154506702

LABORATORIO DE GEOTECNIA Y DISEÑOS DE CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO
I.N.V. E - 410

Nombre del Proyecto: Ampliación Aeropuerto Antonio Nariño

Solicita: Consorcio SBM 46

Fecha de Entrega de Informe: martes 17 de enero de 2017

Fuente de Materiales: Concreto en Obra

| Muestra No. | Localización En Obra | Fecha Elaboración | Fecha Rotura | Edad (Días) | Asentamiento Slump | Resistencia Teórica (PSI) | Resistencia KN | Resistencia (PSI) | % Alcanzado | Proyección 28 Días |
|-------------|--|-------------------|--------------|-------------|--------------------|---------------------------|----------------|-------------------|-------------|--------------------|
| 870 | losa placa parqueadero Módulos 158-159-160-161 M-173 | 05-nov-16 | 12-nov-16 | 7 | | 4600 | 444.7 | 3539 | 77% | |
| 871 | | | 19-nov-16 | 14 | | | 561.0 | 4465 | 97% | |
| 872 | | | 03-dic-16 | 28 | | | 635.2 | 5056 | 110% | |
| 873 | | | 31-dic-16 | 56 | | | | 0 | 0% | |
| 874 | Zarpa Muro de Contención Módulo 1 M-174 | 11-nov-16 | 18-nov-16 | 7 | | 4000 | 419.4 | 3338 | 83% | |
| 875 | | | 25-nov-16 | 14 | | | 431.9 | 3437 | 86% | |
| 876 | | | 09-dic-16 | 28 | | | 481.1 | 3829 | 96% | |
| 877 | | | 06-ene-17 | 56 | | | 550.2 | 4379 | 109% | |
| 878 | Zarpa Muro de Contención Vastago Módulo 5 M-175 | 11-nov-16 | 18-nov-16 | 7 | | 4000 | 333.9 | 2657 | 66% | |
| 879 | | | 25-nov-16 | 14 | | | 337.8 | 2689 | 67% | |
| 880 | | | 09-dic-16 | 28 | | | 414.6 | 3300 | 82% | |
| 881 | | | 06-ene-17 | 56 | | | 525.1 | 4179 | 104% | |
| 882 | Zarpa Muro de Contención Módulo 6 M-176 | 16-nov-16 | 23-nov-16 | 7 | | 4000 | 437.6 | 3483 | 87% | |
| 883 | | | 30-nov-16 | 14 | | | 550.3 | 4380 | 109% | |
| 884 | | | 14-dic-16 | 28 | | | | 0 | 0% | |
| 885 | | | 11-ene-17 | 56 | | | | 0 | 0% | |