



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Ingeniería Geotécnica

No. Oficio: LM-IG-06-16

REVISIÓN DE DISEÑOS DEL CONCRETO UTILIZADO EN EL PROYECTO SIFÓN- LA ABUNDANCIA

Preparado por:
Programa de Ingeniería Geotécnica



San José, Costa Rica
Noviembre, 2016



1. Informe LM-IG-06-16		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: <i>Revisión de diseños del concreto utilizado en el proyecto Sifón-La Abundancia</i>		4. Fecha del Informe 7 noviembre 2016
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias -		
9. Resumen <i>Se hace una revisión de los diseños de mezcla para el proyecto Sifón- La Abundancia, para verificar su cumplimiento con el CR-77. Estos diseño son adjuntados a la solicitud de la revisión.</i>		
10. Palabras clave CR-77, concreto, agregados.	11. Nivel de seguridad: -	12. Núm. de páginas 5
13. Preparado por: Ing. Ana Lorena Monge S <i>Ana Lorena Monge S.</i> Fecha: 7/noviembre/2016		
14. Revisado por: -		15. Aprobado por: -
Fecha: / /		Fecha: / /



REVISIÓN DE DISEÑOS DEL CONCRETO UTILIZADO EN EL PROYECTO SIFÓN- LA ABUNDANCIA

I. INTRODUCCIÓN

En respuesta a la solicitud de la revisión de los diseños de mezcla de concreto utilizados en el Proyecto Sifón- La Abundancia, se procede a realizar la revisión y el análisis de los resultados reportados en los informes 10-214-2016, 10-215-2016 y 10-216-2016 de la empresa O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A acerca de los concretos diseñados. Adicionalmente, se revisan las calidades de los agregados reportadas en estos mismos informes.

Según lo establecido en el documento “Contratación de servicios de coordinación técnica y supervisión del proyecto: “Construcción de la nueva carretera a San Carlos, sección Sifón-La Abundancia” de abril del 2015, en el capítulo 3 se indican las especificaciones técnicas del proyecto, las cuales se basan en el Manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (MC-2002), Especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-77) y en el Código Sísmico de Costa Rica (2002).

Es por ello que para el análisis de las mezclas de concreto que se realiza en el presente documento, se indicarán los cumplimientos basados en el CR-77. Adicionalmente, se desarrollarán una serie de comentarios al respecto de ciertas indicaciones dadas en los informes presentados, que en algunos casos contradicen lo establecido en el documento de contratación de servicios.

II. COMENTARIOS GENERALES DE LOS INFORMES

En primer lugar, se harán una serie de comentarios acerca de inconsistencias de la información dada en los informes:

1. En la página de presentación del informe de resultados (página 2), se indica que los diseños de mezcla se realizaron según lo establecido en el CR-2010 sección 552 “Concreto Estructural”, las especificaciones especiales del cartel en el apartado EE001 y las disposiciones de la sub-sección 552.03 del CR-2010 “Composición (Diseño de mezclas)”. Según la información suministrada, el Proyecto Sifón-La Abundancia fue concebido para realizarse según las especificaciones del CR-77. A pesar de que cuando se realizan los diseños de mezcla es el año 2016 y se encuentra en vigencia el CR-2010, el laboratorio debió acatar lo establecido por las especificaciones técnicas. Esto puede generar inconsistencias en los diseños de mezcla, y puede eventualmente perjudicar la capacidad y vida útil del proyecto.

Informe LM-IG-06-16	Fecha de emisión: 7 de noviembre de 2016	Página 2 de 5
---------------------	--	---------------



2. En la página 3, se muestra el listado de ensayos realizados y cuyos resultados se muestran en el informe. Sin embargo, en esta lista no aparecen todos los ensayos que se realizaron a los agregados y cuyo resultado si aparecen en el cuerpo del informe. Por ejemplo, se encuentra el ensayo de “Carbón y Lignito” que no está en el listado general, pero si aparecen los resultados obtenidos del agregado fino y grueso, en sus respectivas tablas. Adicionalmente, no se indica el método de ensayo que se empleó para determinar esta propiedad. Tampoco aparecen en el listado los ensayos de “Capa Adherente” y “Residuos insolubles” pero si hay resultados para el agregado grueso. Por cierto, la norma de ensayo ASTM D5711 “Capa Adherente” se encuentra derogada y no hay reemplazo, por lo tanto no se debería hacer referencia a ella por no existir.
3. Igualmente en el listado general de los ensayos cuyo resultado se reporta en el informe, la referencia de la norma para “Caras Fracturadas” está equivocado, siendo la correcto ASTM D5821 como aparece en el cuerpo del informe. Las normas para concreto que referencian a norma INTECO, no cuentan con la referencia completa, pudiendo confundir a quien quiera saber bajo qué norma se realizaron los ensayos. Lo correcto es INTE 06-01-08 e INTE 06-02-03.
4. Siguiendo con errores en el listado de normas, se encuentra la norma ASTM C29 para el método de ensayo de “Pesos Unitarios” con el año 97. Sin embargo, esta norma ha tenido actualizaciones en el 2003 (cuya versión quedó igual que la 1997), 2007, 2009 y 2016. A pesar de que el laboratorio no cuenta con este ensayo acreditado, debería actualizar la versión utilizada, sobre todo para un proyecto con la envergadura de este. Adicionalmente, en la tabla de resultados de las propiedades del agregado grueso, se indica que el módulo de finura se determina con el método de ensayo ASTM C127, sin embargo este corresponde al de gravedades específicas de agregados gruesos. La designación correcta y siguiendo la concordancia con el listado de normas dado en la página 3, debería hacer referencia a la norma AASHTO T-27.
5. Todos los resultados presentados de las propiedades de los agregados, presentan el cumplimiento con el CR-2010 y no con el CR-77. A este respecto, se observa que el CR-2010 es más severo que el CR-77 en los límites de especificación del ensayo de sanidad, ya que para el agregado grueso la especificación del CR-77 es que se permite máximo 18%, mientras que para el CR-2010 el porcentaje máximo es de 12%. Para el agregado fino ocurre lo mismo, el CR-77 indica que el porcentaje máximo de sanidad es de 15% pero para el CR-2010 el valor de la pérdida por sanidad es de 10%. Por su puesto, que para el CR-2010 se está solicitando una mejor calidad del agregado que para el CR-77, pero se debe tener consistencia en el control de calidad, sobretodo porque estos valores pueden significar rechazos del material que se traducen en costos mayores y atrasos en el proyecto.
6. Al no existir un cartel con las especificaciones claras para los materiales, no se sabe contra cuál tipo de agregado o cuál tipo de concreto hacer las comparaciones para verificar el cumplimiento de los mismos. Es imprescindible que para proyectos de esta envergadura existan especificaciones técnicas más explícitas



que permitan tanto al contratista como a los inspectores saber con cuáles tipos de materiales trabajar y contra cuáles valores hacer las comparaciones.

- 7. En el apartado 3.2.3 de los tres informes presentados por O.J.M, se muestran los parámetros de diseño tomados en cuenta para el diseño de mezcla, sin embargo, muestra la especificación del ACI 318. Este último no cuenta con especificaciones de resistencia de concreto en su versión vigente, por lo que no se sabe cómo se obtuvo este valor de especificación. Más adelante, en las observaciones se indica que el diseño se ajusta para cumplir con el cartel y el CR-77, la pregunta es por qué no se utilizaron desde el inicio como premisas del diseño.

III.RESULTADOS DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Al no existir especificaciones claras de los tipos de concreto a diseñar para el proyecto, se está tomando como base la información aportada por la unidad de Auditoría Técnica en conjunto con los informes aportados de la empresa O.J.M, donde se muestra el diseño de tres tipos de concreto.

Con la información aportada en los informes de O.J.M, la resistencia de los tres tipos de concreto es: 225 kg/cm², 286 kg/cm² “New Jersey” y 286 kg/cm². Cabe destacar que en ninguno de los informes aportados de la empresa O.J.M se indica el tipo de estructura al que va a ser destinado el diseño de mezcla en cuestión, a excepción del que indica “New Jersey”.

Por otro lado, por lo observado en los archivos de Excel entregados por la unidad de Auditoría, donde se muestran los resultados de resistencia de los muestreos realizados por el Lanamme y la empresa LGC (archivos: “LANAMME_Sifon-Abundancia” y “LGC_Sifon-Abundancia”) se deduce que las obras a construir con estos concretos son: Contracunetas, New Jersey y Puente. Sólo que se desconoce a cuál tipo de obra le corresponde la resistencia dada en el párrafo anterior. Por deducción y tipo de obra, se intuye que en las contracunetas se utiliza el concreto de 225 kg/cm² y en el puente se utiliza el concreto de 286 kg/cm².

En todo caso, al realizar el análisis de las resistencias a los 28 días obtenidas por ambas entidades, los tres tipos de concreto cumplen a cabalidad con la resistencia requerida. Un aspecto a tomar en cuenta es que los resultados de la resistencia a 28 días del concreto para el caso del muestreo de LGC, se basan en un solo dato por día de muestreo, en lugar de ser al menos dos como lo estipula el ACI 318. Específicamente para los resultados del concreto del puente, solamente se cuentan con dos datos a 28 días.

En la sección 602 A.03 del CR-77 se indican los distintos tipos de concreto y su uso dependiendo de la estructura que se vaya a construir. Se encuentra el tipo A cuya resistencia es de 225 kg/cm², que se utiliza para estructuras reforzadas. Para este tipo de concreto se deben utilizar 8.5 sacos/m³ de cemento. El diseño de mezcla mostrado en el informe 10-214-2016 de O.J.M se indica que son 7.0 sacos/m³.

Informe LM-IG-06-16	Fecha de emisión: 7 de noviembre de 2016	Página 4 de 5
---------------------	--	---------------



Para los concretos cuya resistencia es de 286 kg/cm^2 , se sospecha que pueden ser clasificados según el CR-77 como concreto tipo B o S, cuya cantidad de cemento es de 9.0 sacos/m^3 . El diseño de mezcla mostrado en el informe 10-215-2016 de O.J.M se indica que son 8.0 sacos/m^3 y en el informe 10-216-2016 para el concreto de la New Jersey, se indica que son 8.5 sacos/m^3 .

Hay un asunto importante a tomar en cuenta para determinar si se cumple con la cantidad de sacos de cemento y es que antes en Costa Rica, los sacos de cemento poseían 42.5 kg de cemento y actualmente son de 50 kg . Posiblemente la cantidad de sacos colocados en el CR-77 obedezcan a sacos de 42.5 kg y es por ello que no concuerda con lo indicado en los diseños de mezcla.

En todo caso, si fuese posible comparar los números de sacos de cemento empleados en los diseño de mezcla, la resistencia a los 28 días de los 3 tipos de concreto se está incluso superando. Por lo tanto, esta diferencia de cantidad de cemento en los concretos, no afecta la resistencia de los mismos.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que posiblemente esta cantidad de cemento en el concreto, obedezca más a un asunto de cantidad de pasta en la mezcla, para tratar de evitar un concreto algo poroso que permita el paso del agua, por ejemplo. Sin embargo, en este caso, los tipos de estructuras que se están construyendo con estos tipos de concreto no requieren que su impermeabilidad sea sumamente alta, pues a pesar de que se están construyendo cunetas con un tipo de estos, no se requiere de estanqueidad o almacenamiento de agua, por consiguiente esta cantidad de pasta no afecta la utilidad del concreto.

Informe LM-IG-06-16	Fecha de emisión: 7 de noviembre de 2016	Página 5 de 5
---------------------	--	---------------