

**ESTUDIO SOBRE LA
FRECUENCIA DE MUESTREO
PARA EVALUAR EL NIVEL DE
COMPACTACION EN CARPETAS**

2000

Estudio sobre la frecuencia de muestreo para evaluar el nivel de vacíos en carpetas asfálticas del PMR/PMP

Objetivo General

Este análisis se presenta con la finalidad de diseñar un procedimiento confiable de auto-control, inspección y verificación de la compactación en mezclas asfálticas para el programa de mantenimiento periódico de carreteras que desarrolla el CONAVI.

La manera en que se estableció el proceso de auto-control propio de la empresa constructora en el contrato, y el procedimiento de verificación que realiza Lanamme, no cuenta con un soporte analítico-estadístico suficiente que sirva de base para que la Administración contratante tenga una certeza adecuada respecto a los resultados que recibe. Con esto se trata de evitar el riesgo de aceptar una carpeta como buena cuando en realidad es deficiente o, por el contrario, de rechazar un trabajo como deficiente cuando en realidad cumple las especificaciones del proyecto.

Metodología del estudio

Para realizar este experimento se muestrearon al azar 6 carpetas asfálticas entre 800 y 1.000 metros de longitud, recién colocadas, que incluían 3 tipos diferentes de mezcla, a saber, dos carpetas con la mezcla de la planta CONANSA, dos con la mezcla de planta MECO y dos con mezcla de la planta PEDREGAL BELEN. En cada una de ellas se extrajeron 17 probetas y se tomaron 34 lecturas de densímetro nuclear para el análisis de densidad y vacíos. Estos datos se presentan en el anexo de este documento.

A partir de estos datos se determinaron las características de variabilidad de cada carpeta, caracterizadas por su valor medio y por la desviación estándar (con núcleos y con densímetro por aparte). Utilizando la variabilidad medida como la que caracteriza a la población total de mezcla colocada en estos tramos (estimación), se procedió a determinar el tamaño de muestra (n), o cantidad necesaria de puntos a ensayar, que implica un nivel diferente de error aceptable en la determinación del valor medio de densidad del tramo.

Las evaluaciones permitieron determinar que la desviación estándar de la densidad de las carpetas varía entre 36 y 53 Kg/m³ en estos seis tramos. Por esta razón, para los análisis posteriores, se escogieron dos escenarios de desviación estándar, a saber 40 y 50 Kg/m³.

Para el análisis se utiliza la fórmula estadística para determinar el tamaño de muestra necesario para un nivel de confianza dado (que puede ser 85%, 90% o 95% para estos casos), cuando se desea un error definido en la estimación y se conoce la desviación estándar de la población a ser muestreada.

Esta fórmula es:

$$n = Z^2 * s^2 / E^2 \quad \text{donde:}$$

n: cantidad de puntos que deben ser muestreados

Z: valor de la distribución normal para el nivel de confianza; $Z=1.96$, 1.64 o 1.44 para los niveles de confianza: 95%, 90% o 85% respectivamente.

s: desviación estándar de la población

E: error permisible en la estimación del valor medio (incertidumbre asociada con la estimación del valor medio)

Al utilizar esta fórmula para varios niveles de error permisible y para dos escenarios de población con desviación estándar de 40 y 50 Kg/m³, se puede generar un gráfico que presenta la variación del tamaño de muestra respecto al error permisible. Si solamente se toma una muestra para verificar la población, esto significa que se trabaja en la parte derecha del gráfico, con errores alrededor de 90 y 100 Kg/m³ (muy poca certeza en la estimación). Para mejorar la certeza de la estimación se debería trabajar en la parte izquierda del gráfico, con niveles de error de 5 o 10 Kg/m³ en la estimación. Estos gráficos para tres niveles de confianza se pueden apreciar en las hojas adjuntas de resumen.

De acuerdo a la frecuencia de autocontrol establecido en los contratos (un núcleo cada 200 m³ de mezcla), las empresas contratistas deberían extraer sólo un núcleo para demostrar su cumplimiento del nivel de vacíos en cada uno de estos tramos. De acuerdo con este análisis, este muestreo implica un error de ± 50 Kg/m³ o sea 100 Kg/m³ en la estimación del valor medio de densidad del tramo. Este error es mayor que el 4% del valor de densidad de la mezcla y por lo tanto no da certeza sobre nada respecto a la condición del tramo completo. Esto se evidencia también porque en los tramos verificados existen zonas de baja compactación que pasan sin ser controladas con la frecuencia actual de muestreo.

Para tener certeza de una buena compactación y uniformidad de vacíos al 90% o 85% de confianza, se recomendaría permitir un error máximo de ± 5 Kg/m³ en la estimación (error máximo de 10 Kg/m³ al nivel de confianza especificado). Esto significa que cada uno de estos tramos debería ser muestreado aproximadamente entre 52 y 96 puntos aleatorios según el nivel de confianza que se defina para la verificación.

Resultados y recomendaciones

Los gráficos de las páginas siguientes presentan la variación del tamaño de muestra requerido para diversos niveles de error permisible en la estimación para dos poblaciones cuyas desviaciones estándar son de 40 y 50 Kg/m³ (que son escenarios típicos para las mezclas analizadas en campo). Como no es posible llevar el error permisible a cero, se recomendaría trabajar con un error de 10 Kg/m³ o sea ± 5 Kg/m³. Esto implica tomar muestras entre 52 y 96 puntos para estos tramos de 900 metros según el nivel de dispersión de la población total (carpeta total).

Si se calcula la distribución de este muestreo en forma lineal, los 900 metros del carril entre 96 puntos de comprobación implican una muestra cada 9 metros de longitud aproximadamente (puntos al azar), por cada carril de ancho, y para una carpeta de espesor de 5 cm (trabajando al 95% de confianza). Si se trabaja al 90% de confianza se requiere verificar 67 puntos o sea $900 / 67 = 13.5$ metros de longitud de carril.

Si se decide verificar al 85% de confianza, corresponde muestrear 52 puntos, o sea una lectura cada $900 / 52 = 17.3$ metros de longitud. Obviamente, para satisfacer esta cantidad de puntos a comprobar se debe utilizar el densímetro nuclear para no perforar tantos agujeros en las carpetas. Adicionalmente se recomendaría extraer un núcleo de calibración para el densímetro por cada 12 a 15 lecturas reportadas por este aparato, debido principalmente a que las mezclas nacionales tienen mucha variabilidad en sus componentes pétreos debido al proceso de producción y a las litologías nacionales.

Conclusión general

Estos resultados indican que es recomendable elevar la frecuencia de muestreo establecida en los contratos para el auto-control, de manera que la Administración tenga plena garantía de que recibe datos representativos de la condición completa de los trabajos realizados. Estos resultados concuerdan con las prácticas de comprobación de compactación que se desarrollan en otros países, donde es usual que el densímetro se utilice permanentemente en la obra, para garantizar una compactación uniforme, y se toman lecturas continuas en toda la longitud de la obra para determinar el cumplimiento fiel y uniforme de las especificaciones de vacíos.

La existencia de algunas zonas de los tramos de carpeta donde la compactación no cumple las especificaciones también es una razón importante para incrementar la frecuencia de verificación de densidad, ya que toda la obra completa debe cumplir las especificaciones porque el contrato firmado así lo establece y porque conviene a los intereses de la sociedad costarricense en cuanto a durabilidad y economía.

Si la verificación del Lanamme sigue realizándose al 25% de la cantidad que realiza la empresa contratista, el aumento de la frecuencia de muestreo también permitirá obtener más aproximación entre los datos de auto-control y los de verificación. Actualmente, como el auto-control exige pocas muestras y la verificación del Lanamme extrae solamente un 25% de esa cantidad, a veces se presentan diferencias radicales de resultados que obligarían a procesar los testigos.

Estamos en la mejor disposición de discutir estos resultados con ustedes para definir un proceso de muestreo que sea más seguro para la administración de la calidad de los proyectos de colocación de carpetas.

En el anexo de este documento se presentan todos los datos de densidad de los seis tramos de carpeta que fueron utilizados como base de este estudio.

RESUMEN DEL ESTUDIO SOBRE LA FRECUENCIA DE VERIFICACION DE VACIOS EN SITIO.

RUTA	DENS. NUCLEOS (17 puntos)	D.Std.	Dens. Densimetro (34 puntos)	D.Std.	Dens. Máx. Teórica	Planta origen	% Comp.
Santo Domingo Los Angeles	2,237	39.6	2,181	68.9	2478	Conansa	90.3%
Jardines - Barreal	2,259	47.5	2,124	54.9	2471	Conansa	91.4%
Autop. F. Del Castillo	2,193	36.6	2,059	53.3	2395	Pedregal Belén	91.6%
Moravia-Coronado	2,238	39.0	2,150	41.3	2428	Pedregal Belén	92.2%
Autop. B. Soto	2,310	47.8	2,249	52.9	2476	Meco	93.3%
Autop. P. Fernandez	2,287	53.3	2,266	57.6	2464	Meco	92.8%

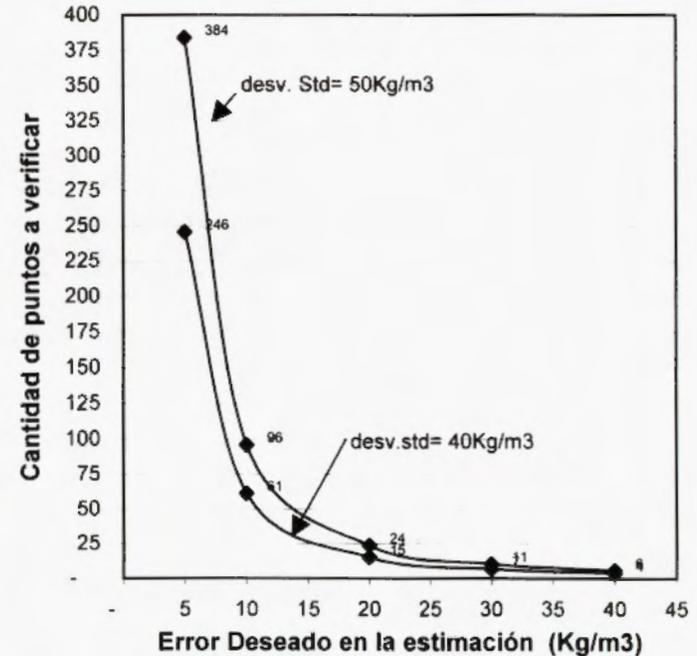
Tamaño de muestra con 95% de confianza

Actualmente en estas verificaciones el contratista obtendria un solo núcleo para estos tramos. Esto implica que se trabaja con un error de 100 Kg/m³ en la estimación de la media del tramo. Deberia verificarse con un error de 10 Kg/m³, lo cual implica obtener entre 64 y 96 puntos para cada uno de estos tramos. Dado que no se pueden hacer tantas extracciones de núcleos, es necesario rescatar el uso del densimetro para verificar la densidad de carpetas asfálticas.

Se recomienda utilizar lecturas de densimetro ubicadas al azar cada 9 metros de carril para llegar a verificar con una confianza del 95% y un error admisible de 10Kg/m³

Desv. Std	Error deseado	Tamaño muestra
40	5	246
40	10	61
40	20	15
40	30	7
40	40	4
50	5	384
50	10	96
50	20	24
50	30	11
50	40	6
60	5	553
60	10	138
60	20	35
60	30	15
60	40	9

Variabilidad del Tamaño de Muestra para Verificar Compactación (95% de confianza)



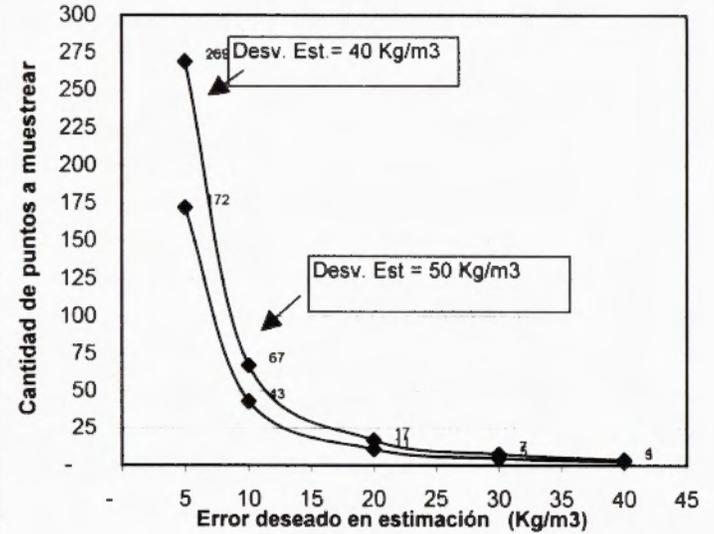
Tamaño de muestra con 90% de confianza

Desv. Std	Error deseado	Tamaño muestra
40	5	172
40	10	43
40	20	11
40	30	5
40	40	3
50	5	269
50	10	67
50	20	17
50	30	7
50	40	4

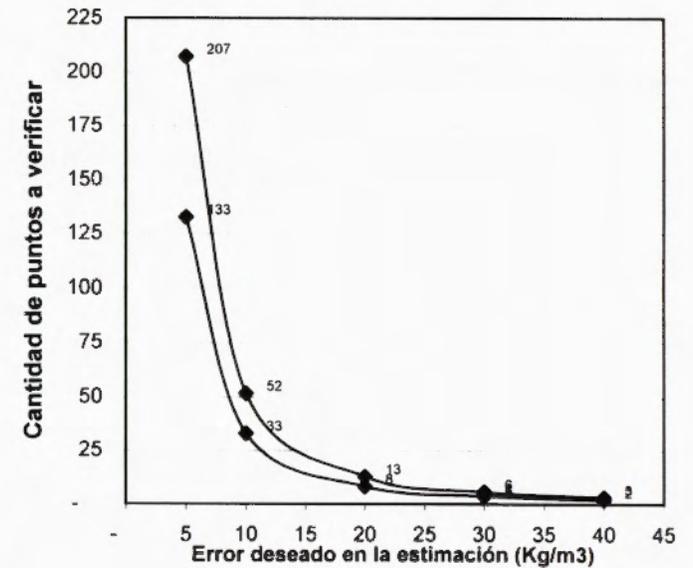
Tamaño de muestra con 85% de confianza

Desv. Std	Error deseado	Tamaño muestra
40	5	133
40	10	33
40	20	8
40	30	4
40	40	2
50	5	207
50	10	52
50	20	13
50	30	6
50	40	3

Variabilidad del tamaño de muestra para verificar compactación (90% confianza)



Variabilidad de tamaño de muestra para verificar compactación (85% de confianza)



Moravia - Coronado (Ruta #102)

Tramo: Depósito Luky hasta Bomba de Coronado

Sentido: Moravia - Coronado

Estación	Distancia al Borde externo (m)	Densidad Nuclear	Densidad Núcleo	Correccion	Densidad Corregida	Porcentaje Compactac.
0+004	1.4	2097	2168	1.034	2168	89.29%
0+010	0.4	2159			2263	93.18%
0+040	0.4	2121	2247	1.059	2247	92.55%
0+046	0.4	2220			2326	95.82%
0+068	1.1	2207	2294	1.039	2294	94.48%
0+074	1.1	2202			2308	95.04%
0+164	0.9	2175	2269	1.043	2269	93.45%
0+169	0.8	2190			2295	94.52%
0+170	0.8	2222	2254	1.014	2254	92.83%
0+175	1.1	2166			2270	93.49%
0+180	1.9	2134	2256	1.057	2256	92.92%
0+186	1.2	2177			2281	93.96%
0+231	0.5	2107	2194	1.041	2194	90.36%
0+237	1.3	2102			2203	90.72%
0+305	0.8	2129	2261	1.062	2261	93.12%
0+308	1.2	2169			2273	93.62%
0+311	1.7	2202	2266	1.029	2266	93.33%
0+314	1.4	2209			2315	95.34%
0+344	1.4	2167	2291	1.057	2291	94.36%
0+350	1.2	2135			2237	92.15%
0+355	0.3	2129	2256	1.060	2256	92.92%
0+361	0.5	2154			2257	92.97%
0+438	0.6	2102	2179	1.037	2179	89.74%
0+444	1.3	2130			2232	91.93%
0+447	1.4	2180	2274	1.043	2274	93.66%
0+453	0.6	2146			2249	92.62%
0+469	0.4	2121	2182	1.029	2182	89.87%
0+475	0.4	2156			2259	93.05%
0+526	0.5	2070	2225	1.075	2225	91.64%
0+532	0.6	2167			2271	93.53%
0+593	0.8	2122	2213	1.043	2213	91.14%
0+599	0.5	2151			2254	92.84%
0+742	0.4	2063	2210	1.071	2210	91.02%
0+748	1.2	2111	2256	1.069	2256	92.92%

Promedio	2149.8	2238.6	1.048	2252.60	92.78%
Desv. Est.	41.3	39.0	0.017	38.420	1.58%

% Comp.	88.5%	92.2%
----------------	--------------	--------------

Zonas de alto nivel de vacíos: 0+004, entre 0+231 y 0+237, 0+438 y en 0+469
Colocados: m3 de mezcla.
Según el auto-control, la empresa sacaría para este tramo.

Florencio del Castillo (Ruta #2)
 Tramo: Peaje - Bomba San Cristóbal
 Sentido: Cartago - San José

Estación	Distancia al Borde externo (m)	Densidad Nuclear	Densidad Núcleo	Correccion	Densidad Corregida	Porcentaje Compactac.
0+027	1.6	2070	2221	1.073	2221	92.73%
0+028	0.6	1945	2170	1.116	2170	90.61%
0+033	1.2	2028			2165	90.39%
0+034	1.5	2081			2222	92.76%
0+056	0.9	2023	2214	1.094	2214	92.44%
0+062	0.4	2041			2179	90.97%
0+087	1.2	2023	2217	1.096	2217	92.57%
0+093	1.6	2145			2290	95.61%
0+135	1.0	2068	2297	1.111	2297	95.91%
0+141	1.9	2172			2319	96.81%
0+162	2.1	2148	2196	1.022	2196	91.69%
0+168	2.1	2068			2208	92.18%
0+276	2.1	2090	2216	1.060	2216	92.53%
0+282	1.1	2116			2259	94.32%
0+287	1.9	2079	2187	1.052	2187	91.32%
0+293	2.8	2084			2225	92.89%
0+342	0.4	2060	2161	1.049	2161	90.23%
0+346	0.3	2058	2199	1.069	2199	91.82%
0+348	0.5	2041			2179	90.97%
0+352	2.1	2045			2183	91.15%
0+442	2.7	2035	2144	1.054	2144	89.52%
0+448	0.3	2001			2136	89.19%
0+562	2.9	1999	2177	1.089	2177	90.90%
0+568	1.1	2143			2288	95.52%
0+576	2.7	2023	2186	1.081	2186	91.27%
0+582	0.4	1954			2086	87.10%
0+610	2.5	2098	2204	1.051	2204	92.03%
0+612	0.5	2081	2153	1.035	2153	89.90%
0+616	0.4	1991			2125	88.75%
0+618	0.5	2070			2210	92.27%
0+634	0.7	1991	2145	1.077	2145	89.56%
0+640	2.9	2088			2229	93.07%
0+766	2.6	2078	2219	1.068	2219	92.65%
0+772	1.9	2026			2163	90.31%
0+780	0.6	2126	2169	1.020	2169	90.56%

Promedio	2059.7	2193.1	1.068	2198.25	91.79%
Desv. Est.	53.3	36.6	0.028	50.103	2.09%

% Comp.	86.0%	91.6%
----------------	--------------	--------------

Zonas de alto nivel de vacíos:

Colocados: m3 de mezcla.
 Según el auto-control, la empresa sacaría para este tramo.

nto Domingo - Los Angeles (Ruta #110)

amo: Residencial Calle del Rey hasta Casa de técnico de refrigeración Walter Jiménez.

ntido: Este a Oeste

Estación	Distancia al Borde externo (m)	Densidad Nuclear	Densidad Núcleo	Correccion	Densidad Corregida	Porcentaje Compactac.
0+016	0.3	2175	2244	1.032	2244	90.56%
0+022	1.7	2199			2268	91.52%
0+066	0.3	2212	2207	0.998	2207	89.06%
0+072	1.2	2292			2364	95.39%
0+129	1.7	2225	2250	1.011	2250	90.80%
0+131	1.6	2209	2277	1.031	2277	91.89%
0+135	1.4	2259			2330	94.01%
0+137	1.8	2249			2319	93.60%
0+182	0.3	2031	2209	1.088	2209	89.14%
0+188	1.9	2110			2176	87.81%
0+207	1.1	2231	2263	1.014	2263	91.32%
0+213	0.5	2159			2227	89.85%
0+299	1.1	2220	2285	1.029	2285	92.21%
0+305	0.3	2175			2243	90.52%
0+322	1.2	2212	2270	1.026	2270	91.61%
0+328	0.8	2185			2253	90.93%
0+361	1.5	2247	2266	1.008	2266	91.44%
0+367	1.4	2257			2328	93.93%
0+420	0.3	2119	2178	1.028	2178	87.89%
0+426	1.9	2148			2215	89.39%
0+460	0.9	2265	2246	0.992	2246	90.64%
0+466	1.0	2034			2098	84.65%
0+521	0.3	2146	2213	1.031	2213	89.31%
0+527	1.1	2257			2328	93.93%
0+567	1.9	2103	2180	1.037	2180	87.97%
0+573	0.7	2162			2230	89.98%
0+685	1.1	2052	2172	1.058	2172	87.65%
0+691	1.6	2134			2201	88.81%
0+727	0.9	2092	2236	1.069	2236	90.23%
0+733	2.0	2210			2279	91.97%
0+744	0.4	2129	2219	1.042	2219	89.55%
0+750	1.4	2172			2240	90.39%
0+770	1.7	2223	2306	1.037	2306	93.06%
0+776	2.0	2265			2336	94.26%

Promedio	2181.1	2236.5	1.031	2248.63	90.74%
Desv. Est.	68.9	39.6	0.024	56.739	2.29%

% Comp.	88.0%	90.3%
----------------	--------------	--------------

Zonas de alto nivel de vacíos:

Colocados: m3 de mezcla.
Según el auto-control, la empresa sacaría para este tramo.

Topista Bernardo Soto
 Tramo: Km 8+850 al Km 7+850
 Partido: Manolos - San José

Estación	Distancia al Borde externo (m)	Densidad Nuclear	Densidad Núcleo	Correccion	Densidad Corregida	Porcentaje Compact.
0+102	1.5	2159	2257	1.045	2257	91.16%
0+107	1.7	2271			2335	94.32%
0+121	3.1	2252	2269	1.008	2269	91.64%
0+126	2.7	2292			2357	95.19%
0+182	1.8	2164	2251	1.040	2251	90.91%
0+187	2.6	2217			2280	92.07%
0+222	3.6	2270	2298	1.012	2298	92.81%
0+225	3.1	2281	2335	1.024	2335	94.31%
0+227	2.4	2227			2290	92.49%
0+232	1.7	2118			2178	87.96%
0+279	3	2308	2366	1.025	2366	95.56%
0+284	1	2235			2298	92.82%
0+315	1.7	2231	2227	0.998	2227	89.94%
0+320	0.4	2278			2342	94.61%
0+439	3.8	2302	2337	1.015	2337	94.39%
0+444	0.5	2270			2334	94.27%
0+554	3.2	2283			2348	94.81%
0+559	1.3	2343	2365	1.009	2365	95.52%
0+730	2.4	2206	2287	1.037	2287	92.37%
0+735	1.6	2289			2354	95.06%
0+745	3	2287	2382	1.042	2382	96.20%
0+750	2.8	2215			2278	91.99%
0+755	1	2343	2386	1.018	2386	96.37%
0+760	1.5	2300			2365	95.52%
0+820	3.6	2278	2318	1.018	2318	93.62%
0+825	2.6	2238			2301	92.94%
0+845	0.6	2212	2337	1.057	2337	94.39%
0+850	2.4	2252			2316	93.53%
0+870	0.5	2169	2275	1.049	2275	91.88%
0+875	4	2210			2273	91.78%
0+891	2.2	2235	2306	1.032	2306	93.13%
0+896	0.7	2271			2335	94.32%
0+913	2.8	2172	2286	1.052	2286	92.33%
0+918	3.8	2294			2359	95.27%

Promedio	2249.2	2310.7	1.028	2312.48	93.40%
Desv.Est.	52.9	47.8	0.017	46.621	1.88%

% Comp. Media	90.8%	93.3%
----------------------	--------------	--------------

Esta colocación es de aproximadamente: 816 m x 4 m x 0.05 m = 163 m3 de mezcla.

Es decir, según el auto-control, se debe extraer un solo núcleo (uno cada 200m3).

Dos puntos muestran alto nivel de vacíos: 0+182 y 0+ 315

Max Teórica = 2476

Autopista Próspero Fernández
 Tramo: Km13 al Km12 (mojones amarillos)
 Sentido: Ciudad Colón - San José

Estación	Distancia al Borde externo (m)	Densidad Nuclear	Densidad Núcleo	Correccion	Densidad Corregida	Porcentaje Compactac.
0+040	3.2	2283	2277	0.998	2277	92.41%
0+049	3.0	2283			2318	94.06%
0+056	2.2	2218	2256	1.017	2256	91.56%
0+065	1.4	2291			2326	94.38%
0+107	1.0	2256	2263	1.003	2263	91.84%
0+112	0.4	2263			2298	93.25%
0+114	1.9	2125	2210	1.040	2210	89.69%
0+120	0.6	2171			2204	89.46%
0+145	2.8	2104	2199	1.045	2199	89.25%
0+150	0.4	2253			2288	92.84%
0+224	1.0	2268	2273	1.002	2273	92.25%
0+230	0.7	2381			2418	98.11%
0+422	2.7	2316	2354	1.017	2354	95.54%
0+428	2.5	2316			2352	95.44%
0+504	1.3	2357	2384	1.012	2384	96.75%
0+510	2.4	2305			2340	94.98%
0+548	3.2	2253	2282	1.013	2282	92.61%
0+554	1.3	2306			2341	95.00%
0+600	1.1	2159	2199	1.019	2199	89.25%
0+610	2.8	2322			2357	95.66%
0+684	1.7	2277	2326	1.022	2326	94.40%
0+690	2.2	2240			2274	92.30%
0+712	2.9	2307	2314	1.003	2314	93.91%
0+720	0.4	2242			2276	92.37%
0+735	1.1	2241	2252	1.005	2252	91.40%
0+742	2.9	2305			2340	94.96%
0+756	0.7	2294	2360	1.029	2360	95.78%
0+762	2.0	2306			2341	95.02%
0+787	3.0	2288	2308	1.009	2308	93.67%
0+794	1.0	2240			2274	92.28%
0+817	2.6	2285	2316	1.014	2316	93.99%
0+824	0.4	2265			2299	93.31%
0+978	2.8	2259	2280	1.009	2280	92.53%
0+985	1.5	2265			2299	93.31%
0+990	0.5	2273	2318	1.020	2318	94.07%

Promedio	2265.9	2287.3	1.015	2300.43	93.36%
Desv. Est.	57.6	53.3	0.013	51.366	2.08%

ines de Recuerdo - Barreal (Ruta #100)
 no: Frente a Musmanni a Ferreteria Ginami
 tido: Jardines de Recuerdo - Barreal

Estación	Distancia al Borde externo (m)	Densidad Nuclear	Densidad Núcleo	Correccion	Densidad Corregida	Porcentaje Compactac.
0+020	2.2	2186	2284	1.045	2284	92.43%
0+026	0.3	2158			2295	92.89%
0+113	0.6	2183	2284	1.046	2284	92.43%
0+119	2.1	2166			2304	93.23%
0+156	2.0	2116	2208	1.043	2208	89.36%
0+162	1.1	2110			2244	90.82%
0+166	1.7	2103	2216	1.054	2216	89.68%
0+172	0.3	1985			2111	85.44%
0+176	1.9	2063	2175	1.054	2175	88.02%
0+178	0.7	2042	2201	1.078	2201	89.07%
0+182	2.7	2094			2227	90.13%
0+184	0.8	2148			2285	92.46%
0+247	2.6	2028	2285	1.127	2285	92.47%
0+253	0.9	2146			2282	92.37%
0+331	2.2	2132	2214	1.038	2214	89.60%
0+337	0.4	2135			2271	91.90%
0+437	2.5	2158	2307	1.069	2307	93.36%
0+443	0.6	2188			2327	94.18%
0+598	2.5	2164	2235	1.033	2235	90.45%
0+604	2.5	2180			2319	93.83%
0+627	1.8	2156	2235	1.037	2235	90.45%
0+633	2.2	2113			2247	90.95%
0+640	0.3	2159	2311	1.070	2311	93.52%
0+646	2.4	2183			2322	93.96%
0+665	1.0	2031	2293	1.129	2293	92.80%
0+671	1.0	2084			2217	89.70%
0+718	1.9	2126	2243	1.055	2243	90.77%
0+722	0.3	2196	2314	1.054	2314	93.65%
0+724	0.4	2153			2290	92.67%
0+728	2.6	2111			2245	90.86%
0+748	0.3	2206	2341	1.061	2341	94.74%
0+754	2.2	2100			2234	90.39%
0+785	2.3	2082	2264	1.087	2264	91.62%
0+791	0.3	2047			2177	88.11%

Promedio	2124.5	2259.4	1.064	2259.01	91.42%
Desv. Est.	54.9	47.5	0.028	51.188	2.07%

% Comp.	86.0%	91.4%
----------------	--------------	--------------

Zonas de alto nivel de vacíos:
Colocados: m3 de mezcla.
Según el auto-control, la empresa sacaría para este tramo.