

## Estudio comparativo de resistencias de hormigón de 240kg/cm<sup>2</sup> usando los agregados finos, entre el río Portoviejo y el río Chone de la Provincia de Manabí.

Ortiz Hernández Eduardo Humberto<sup>1</sup>, García Vínces Jimmy Jeffrey<sup>1</sup>, Jarre Castro César Mauricio<sup>1</sup>, Hidalgo Zambrano Raúl Vinicio<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, Av. Urbina y Che Guevara, Portoviejo.  
**ehortiz@utm.edu.ec, jjvgarcia@utm.edu.ec, mjarre@utm.edu.ec, rhidalgo@utm.edu.ec.**

Recibido: 20/01/2020

Aceptado:23/03/2020

**Resumen.-** Se realizó un análisis comparativo de materiales en un diseño de hormigón, usando agregado grueso procedentes de la Cantera Megarok y San Agustín perteneciente a la Parroquia Picoaza, con el uso de agregado fino de dos sectores del río Portoviejo. El otro agregado grueso que se utilizó fue de la Cantera la Chicha y para agregado fino del río Chone. En donde se compararon sus propiedades físicas mecánicas de los materiales.

Se plantearon tres alternativas de diseños para saber cuál aporta mayores resistencias es decir las arenas de los ríos Portoviejo del Sector el Cady hasta el Puente San Ignacio, el río Lodana hasta el Pollo y en Chone el sector Puente Olimpo hasta el sector Las Banderas, adicionalmente se comparó el agregado grueso entre las canteras Picoaza y la Chicha. Se tomaron muestras de arena de tres meandros en cada río, y con cada diseño se elaboraron 6 cilindros de hormigón para cada meandro probándolos a los 7, 14, y 28 días.

Al analizar los resultados se concluye que las arenas finas de los dos sectores del río Portoviejo y el río Chone no cumplen para su utilización como agregado fino para hormigones de resistencias superiores a F'c 240 kg/cm<sup>2</sup> y al realizar el ensayo de resistividad superficial, se obtuvo valores no favorables.

**Palabras claves** - Resistencia de Compresión, Resistividad Superficial, Modulo de Finura. Hormigones, Arenas, Meandros.

### Abstract

A comparative analysis of materials was carried out in a concrete design, using coarse aggregate from the Megarok and San agustin Quarry

belonging to Picoazá Parish, with the use of fine aggregate from two sectors of Portoviejo's River. The other coarse aggregate that was used is from the La Chicha Quarry, and for fine aggregate from Chone's River. Where their physical mechanical properties of the materials were compared.

Three design alternatives were proposed to know which one contributes the greatest resistance, that is, the sands of Portoviejo's rivers, from the El Cady sector to the San Ignacio Bridge, the Lodana River to the Pollo, and in Chone, from the Olimpo Bridge to the Las Banderas sector, additionally the coarse aggregate between the quarries Picoazá and La Chicha where compared. Sand samples were taken from three meanders in each river, and with each design 6 concrete cylinders were made for each meander, testing them at 7, 14, and 28 days.

When analyzing the results, it is concluded that the fine sands of the two sectors of Portoviejo's River, and the Chone's River; do not comply for their use as a fine aggregate for concretes with resistance greater than F'c 240 kg/cm<sup>2</sup> and when the surface resistivity test where made, unfavorable values were obtained.

**Index Terms** - Compression Resistance, Surface Resistivity, Fineness Module, Concrete, Sands, Meander.

### I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la infraestructura es imprescindible para que la economía funcione de manera esencial en un país. En los últimos tiempos en la construcción se viene innovando técnicas en materiales para hormigones, mejorando notablemente el desempeño, es por ello que después de lo sucedido el 16 de abril

del 2016 un sismo de magnitud de Mw 7.8 en la escala de Richter la mayor parte de las infraestructuras de la Ciudades de Portoviejo y Chone provincia de Manabí tuvieron daños considerables.

En la actualidad se viene realizando diferente combinaciones de agregados gruesos y finos de diferentes sitios de la provincia de Manabí, para mejorar sus resistencias y calidad en los Hormigones. Con este fin se da esta investigación para comparar el uso de dos arenas finas del río Portoviejo del Sector el Cady hasta el Puente San Ignacio y Lodana hasta el sitio el Pollo entre el río Chone Puente Olimpo sector Las Banderas. Sin dejar de lado los requerimientos, de equipos de laboratorio y hormigones, estos serán utilizados en el desarrollo de esta investigación.

Con estos antecedentes, se ha seleccionado un sitio de interés en la costa central continental del Ecuador, en la provincia de Manabí. Muchos de estos problemas de fisuramiento han sido identificados en varios tramos viales (Hernández, E. H. O., & Sánchez, L. K. M., 2018).

El objetivo de esta investigación es analizar y comparar las resistencias de hormigones con diferentes agregados finos del río Portoviejo y Río Chone. Los sitios que se investigan para el río Portoviejo son el sector el Cady hasta el Puente San Ignacio, y el sector de Lodana hasta el Pollo. Además para río Chone se estudiara el sector Puente Olimpo Las Banderas. En cuanto a los agregados gruesos se utilizara de Cantera Megarok y Cantera San Agustín perteneciente al sitio Picoazá del Cantón Portoviejo y de Cantera La Chicha del cantón Sucre de la provincia de Manabí.

En el campo de la ingeniería civil el hormigón constituye uno de los materiales más versátiles para construir, debido a su buen comportamiento de diseño y excelentes propiedades mecánicas en cuanto a su resistencia y durabilidad (Peñañiel Carrillo, 2016). La caracterización de estos materiales es fundamental para el diseño y construcción de estructuras confiables y durables. El proceso de caracterización de materiales abarca la determinación de sus propiedades físicas, químicas, mecánicas e hidráulicas, así como también la evaluación de su durabilidad y funcionalidad (A. E. Alvarez Lugo, 2008).

Además en obras viales también se ve la exigencia a la calidad de los agregados como en la provincia de Manabí y en especial en la carretera Tosagua, se nota un deterioro progresivo que no ha sido debidamente

estudiado a través del tiempo. La falta de adherencia entre los áridos y el ligante asfáltico en la superficie de rodadura, ha provocado también estos deterioros a consecuencia de las intensidades del tránsito, el uso de materiales inadecuados, efectos climáticos, el mal drenaje etc (Hernández, E. H. O., Moncayo, E. H. O., & Sánchez, L. K. M., 2018). Es por ello que en los hormigones se deberá hacer un control adecuado a los agregados verificando su calidad para el uso necesario.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### a.- Materiales.

En la presente investigación se utilizó el cemento portland tipo GU; Se utilizara Agregados gruesos procedentes de dos canteras de Picoaza de Megarok y San Agustín perteneciente al cantón Portoviejo y Cantera la Chicha perteneciente al Cantón Sucre; Para el material fino se extrajo de dos río uno del Cantón Portoviejo el cual se ensayaron de dos sectores y el otro del Cantón Chone. Además se diseño un hormigón con propiedades de resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup> considerando las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1573 (ASTM C39, 2001). Las mezclas de hormigones se debe dosificar de acuerdo a la resistencia, para diseño propuesto de 240 kg/cm<sup>2</sup> se optó por una relación agua /cemento de (a/c) 0,45. Para el análisis granulométrico se muestra en la tabla 1, las tolerancias del límite superior e inferior, además también determinando el tamaño de las fracciones de las partículas gruesas de la cantera Megarok como se ilustra la tabla 2 y cantera San Agustín como se muestra en la tabla 3, y para la Cantera La Chicha en la tabla 4, cuyo tamaño máximo de agregado utilizado en el diseño de hormigón es de 3/4".

Tamiz	Límite Inferior	Límite Superior
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"		
3/8"	20	55
No4	0	10
No8	0	5

Tabla 1. Especificación técnica para material grueso

Tamiz	Ret. Parcial	% Ret. Parcial	% Que Pasa
1"	0	0,00	100,00
3/4"	1015	20,40	79,60
1/2"	3735	75,05	4,56
3/8"	173	3,48	1,08
No4	32	0,64	0,44
No8	21	0,42	0,01

Tamiz 200	0,6	0,01	0,00
Pasa Tamiz 200	0,1	0,00	0,00
Fondo	4976,7		

Tabla 2 Ensayo Granulométrico del agregado Grueso cantera Megarok según la norma NTE INEN 696:2011.

Tamiz	Ret. Parcial	% Ret. Parcial	% Que Pasa
1"			100
3/4"	101	5.17	94.83
1/2"	420	21.50	73.32
3/8"	870	44.54	28.78
No4	546	27.96	0.82
No8	15	0.77	0.06
Tamiz 200	0.8	0.04	0.02
Pasa Tamiz 200	0.3	0.02	
Fondo	1953.1		

Tabla 3 Ensayo Granulométrico del agregado Grueso cantera San Agustín según la norma NTE INEN 696:2011

Tamiz	Ret. Parcial	% Ret. Parcial	% Que Pasa
1"			100
3/4"	210	9.47	90.53
1/2"	745	33.59	56.94
3/8"	754	34.00	22.94
No4	487	21.96	0.98
No8	21	0.95	0.03
Tamiz 200	0.6	0.03	
Pasa Tamiz 200	0.1		
Fondo			

Tabla 4 Ensayo Granulométrico del agregado Grueso cantera La Chicha según la norma NTE INEN 696:2011

Según los resultados obtenidos en las granulometrías, se evidencia que los materiales gruesos no presentan problema en la graduación para mezcla de hormigón.

En cuanto a los materiales fino se analizaron de tres sitios: Del río Portoviejo se estudió dos sectores, el primero perteneciente al sitio el Cady hasta el Puente San Ignacio desde la Abscisa 3+100 hasta 5+660, como se ilustran de la tabla 5 la ubicación de los meandros.

Para el otro sector del río Portoviejo pertenece al sitio de Lodana hasta el Pollo desde la abscisa 3+860 hasta 5+020 como se ilustra en la tabla 6 la ubicación de cada meandro.

Río Portoviejo	Abscisa
1	5+660 Hasta 5+420

2	5+360 Hasta 5+120
3	4+980 Hasta 4+700
4	4+240 Hasta 3+980
5	3+320 Hasta 3+100

Tabla 5 Ubicación de los meandros del Río Portoviejo sector el Cady hasta el Puente San Ignacio.

Meandro del Río Portoviejo	Abscisa
1	4+820 Hasta 5+020
2	4+640 Hasta 4+400
3	4+160 Hasta 3+860

Tabla 6 Ubicación de los meandros del río Portoviejo sector el Lodana hasta el Pollo

En cuanto al otro agregado fino este fue extraído del río Chone del Puente Olimpo sector Las Banderas, las muestras fueron tomadas de los meandros correspondientes a las abscisas 0+040 hasta 3+500 según ilustra la tabla 7.

Meandro del Río Chone	Abscisa
1	3+500 Hasta 2+780
2	2+760 Hasta 1+920
3	1+900 Hasta 1+220
4	1+200 Hasta 0+660
5	0+640 Hasta 0+040

Tabla 7 Ubicación de los meandros del río Chone sector el Puente Olimpo - Las Banderas

Se analizó sus propiedades físicas y mecánicas de los materiales finos procedente de los ríos Portoviejo y Chone para su utilización en el hormigón, obteniendo un módulo de finura para el río Portoviejo del Sector el Cady hasta el Puente San Ignacio para el meandro 1 un módulo de finura promedio de 0.65%, meandro 2 módulo de finura promedio de 0.46%, y meandro 3 módulo de finura promedio de 0.74%. En la tabla 8 se ilustra los valores módulos de finura de cada uno de los meandros del río Portoviejo.

	Calicata	Módulo de finura
Meandro 1	1	0.77
	2	0.33
	3	0.85
Meandro 2	1	0.41
	2	0.39
	3	0.59
Meandro 3	1	0.52
	2	0.87
	3	0.83

Tabla 8 Módulo de finura de cada uno de los Meandro del Río Portoviejo sector el Cady hasta el puente San Ignacio.

Para el siguiente río de Portoviejo perteneciente al sector de Lodana hasta el Pollo se obtuvieron

los siguiente resultados de módulo de finura: Meandro 1 un módulo de finura promedio de 0.89%; Meandro 2 módulo de finura promedio de 0.82%; Meandro 3 módulo de finura promedio de 0.96%. En la tabla 9 se ilustra los valores de módulos de finura de cada uno de los meandros del rio Portoviejo.

	Calicata	Módulo de finura
Meandro 1	1	0.70
	2	0.99
	3	0.97
Meandro 2	1	0.97
	2	0.52
	3	0.96
Meandro 3	1	0.90
	2	0.99
	3	0.99

Tabla 9 Modulo de finura de cada Meandro del Rio Portoviejo del sector Lodana hasta el Pollo

Para su comparación de resultados con el rio Portoviejo, se realizó también módulos de finura a los meandros del rio Chone sector Puente Olimpo - Las Banderas obteniendo valores promedios para cada uno de los meandro. Meandro 1 módulo de finura promedio de 1.90%, meandro 2 módulo de finura promedio de 1.48%, meandro 3 módulo de finura promedio de 1.19%. En la tabla 10 se ilustra los valores del rio Chone de módulos de finura de cada uno de los meandros.

	Calicata	Módulo de finura
Meandro 1	1	1.86
	2	1.97
	3	1.86
Meandro 2	1	1.42
	2	1.53
	3	1.48
Meandro 3	1	0.97
	2	1.39
	3	1.20

Tabla 10 Modulo de finura de cada Meandro 1, 2,3 del Rio Chone sector Puente Olimpo -Las Banderas

Analizado y comparando los módulos de finura para ambos ríos, estos no cumplen el parámetro establecido de MF 2.3 a 3.1 según las especificaciones técnicas del (MTO, 2002) por presentar estas arenas una graduación muy uniforme representada en la granulometría

Para el cálculo del módulo de finura se lo obtuvo por la ecuación Ec. (1).

$$MF = \frac{\sum \%Retenido\ Acumulado\ hasta\ el\ tamiz\ 100}{100}$$

Los agregados grueso y agregados finos fueron ensayados aplicando las Normas Técnicas

Ecuatorianas entre las cuales fueron las siguientes: Contenido de humedad según la norma ( NTE INEN 862., 2011), granulometría según la norma (NTE INEN 696., 2011), peso unitario y porcentaje de vacíos según la norma (NTE INEN 858, 2010) densidad relativa y absorción al árido fino según la norma (NTE INEN 856., 2010); densidad relativa y absorción al árido grueso según la norma (857., 2010).

Es fundamental analizar los diferentes ensayos que se realizan al hormigón en estado fresco y endurecido para obtener buenos resultados en las estructuras de hormigón (Mera, S. M. A., Soledispa, A. G. V., Párraga, W. E. R., Hernández, E. H. O., & Castro, C. M. J., 2020) Al hormigón fresco se le realizó el ensayo de asentamiento para controlar el agua mas no exceder su cantidad y mantener según la (NTE INEN 1578.), al hormigón endurecido el ensayo a la compresión según la (NTE INEN 1573., 2010).

La finalidad de los ensayos es determinar los parámetros físicos y mecánicos de los agregados gruesos y finos, realizados bajo Norma Técnica Ecuatoriana según ilustra la tabla 11 y tabla 12 para los ríos de Portoviejo para la tabla 13 el río Chone. Con estos resultados de los ensayos se diseñan para obtener resistencias y durabilidad aceptables.

Descripción	Agregado Fino del Rio Portoviejo Rio Sector El Cady hasta el Puente San Ignacio		
	Meandro 1	Meandro 2	Meandro 3
Ensayos			
Dss (g/cm3)	2.083 1.969 2.174	2.174 2.174 2.404	2.016 2.193 2.183
Absorción (%)	12.00 4.86 5.51	4.91 4.91 12.89	5.51 13.27 11.23
Peso Unitario Suelto (g/cm3)	1.19 1.01 1.17	1.10 1.02 1.05	1.04 1.00 1.02
Peso Unitario Compactado (g/cm3)	1.35 1.16 1.22	1.27 1.20 1.21	1.19 1.14 1.19

Tabla 11. Características de los agregados finos de la Arena del Rio Portoviejo Sector El Cady hasta el Puente San Ignacio

gruesos, que se describen en la norma (ASTM C127-15, 2015).

Descripción	Agregado Fino del Río Portoviejo Sector Lodana hasta el Pollo		
	Meandro 1	Meandro 2	Meandro 3
Ensayos			
Dsss (g/cm3)	1.880	1.880	2.212
	2.232	2.358	2.336
	2.212	2.252	2.174
Absorción (%)	12	4.93	8.49
	6	9.33	3.64
	4	4.61	10.39
Peso Unitario Suelto (g/cm3)	1.14	1.18	1.19
	1.17	1.17	1.18
	1.15	1.12	1.19
Peso Unitario Compactado (g/cm3)	1.25	1.33	1.31
	1.29	1.32	1.28
	1.26	1.23	1.28

Tabla 12. Características de los agregados finos de la Arena de Río Portoviejo Sector Lodana – El Pollo.

Descripción	Agregado Fino del Río Chone Sector Puente Olimpo - Las Banderas		
	Meandro 1	Meandro 2	Meandro 3
Ensayos			
Dsss (g/cm3)	2.066	2.315	2.000
	2.066	2.155	2.232
	2.121	2.212	2.577
Absorción (%)	3.07	2.36	3.00
	3.80	3.54	2.83
	2.20	2.87	2.69
Peso Unitario Suelto (g/cm3)	1.23	1.21	1.19
	1.23	1.24	1.23
	1.26	1.24	1.23
Peso Unitario Compactado (g/cm3)	1.37	1.39	1.32
	1.39	1.42	1.37
	1.40	1.32	1.37

Tabla 13. Características de los agregados finos de la Arena de Río Chone Sector Puente Olimpo -Las Banderas

En la tabla 14 se muestra los valores de la masa volumétrica de los agregado gruesos según la norma (ASTM C29 / C29M-17a, 2017), evaluando la masa específica relativa o la gravedad específica, implementando además los métodos de ensayos relativa de los agregados

Descripción	Agregado Grueso		
	Cantera Megarok	Cantera San Agustín	Cantera La Chicha
Ensayos			
Gravedad Especifica de Masa	2.548	2.640	2.877
Gravedad Especifica SSS	2.655	2.692	2.973
Absorción (%)	4.178	1.959	1.708

Tabla 14. Características de los agregados Grueso de las Canteras de Picoaza Megarok y San Agustín con la Cantera La Chicha del Cantón Sucre.

Además se pudo obtener la absorción de los agregados gruesos y finos para controlar el agua en el amasado del concreto. El concreto es un material compuesto, en el cual existe una gran variabilidad en las características de sus componentes, especialmente en los agregados pétreos (Yam, J. L. C., Carcaño, R. S., & Moreno, E. I., 2003). Además se comprobó la resistencia del agregado grueso de las canteras Picoaza de Megarok y San Agustín con la cantera la Chicha del cantón Sucre en la máquina de los Ángeles. Estos agregados no deberán superar el 50% de desgastes según la norma INEN 860 y 861 como se ilustra los resultados en la tabla 15.

Peso original:	Cantera Megarok	Cantera San Agustín	Cantera La Chicha
		5000	5000
Peso retenido tamiz N°12 (gr):	3930	4121	4120
Peso que pasa tamiz N°12 (gr):	1070	879	880
Porcentaje de desgaste (%):	21.40	17.58	17.60
Numero de bolas:	12	12	12

Tabla 15. Resultados de desgaste de Abrasión de los agregados gruesos de las canteras Megarok, San Agustín y Cantera La Chicha.

Al comparar los agregados gruesos de las Canteras Megarok, San Agustín y la Chicha se observa que las Canteras presentan resultados favorables a los ensayos de abrasión. Una vez ensayado los materiales tanto el agregado grueso y fino se elaboró los siguientes diseños de hormigón;

- Dosificación del diseño de hormigón propuesto para cada calicata 1, 2, 3 de cada meandro, con materiales perteneciente de la cantera Megarock sector Picoazá para agregado grueso y para agregado fino se utilizó arenas procedentes del Rio Portoviejo Sector El Cady hasta el Puente San Ignacio según ilustra la tabla 16.
- Dosificación del diseño de hormigón propuesto para cada calicata 1, 2, 3 de cada meandro, con materiales perteneciente de la cantera San Agustín sector Picoazá para agregado grueso y para agregado fino se utilizó arenas provenientes del rio Portoviejo desde el sector Lodana hasta El Pollo según ilustra la tabla 17.
- Dosificación del diseño de hormigón propuesto para cada calicata 1, 2, 3 de cada meandro, con materiales perteneciente de la cantera La Chicha para agregado grueso sector del Cantón Sucre y para agregado fino se utilizó arenas provenientes del rio Chone Sector Puente Olimpo -Las Banderas según ilustra la tabla 18.

A continuación se muestran las dosificaciones de hormigón, diseñadas por metros cubico en donde se propuso para cada uno de los meandros extraer 3 muestras de los ríos Portoviejo y Chone.

	MEANDRO 1 CALICATA 1	MEANDRO 1 CALICATA 2	MEANDRO 1 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	224,24	190,43	216,67
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	591,09	665,05	695,13
PIEDRA (Kg)	866,42	813,66	833,58
	MEANDRO 2 CALICATA 1	MEANDRO 2 CALICATA 2	MEANDRO 2 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	216,51	212	230,95

CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	690,34	668,46	638,21
PIEDRA (Kg)	839,65	813,03	952,67
	MEANDRO 3 CALICATA 1	MEANDRO 3 CALICATA 2	MEANDRO 3 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	218,77	221,26	212,18
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	588,64	691,04	611,03
PIEDRA (Kg)	878,76	840,51	930,25

Tabla 16 Diseño de Hormigón de 240 kg/cm<sup>2</sup> propuesto con agregado grueso de la cantera Megarok y agregado fino del rio Portoviejo sector El Cady hasta el Puente San Ignacio.

	MEANDRO 1 CALICATA 1	MEANDRO 1 CALICATA 2	MEANDRO 1 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	108,48	156,1	131,45
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	751,86	762,56	802,52
PIEDRA (Kg)	759,32	857,18	829,75
	MEANDRO 2 CALICATA 1	MEANDRO 2 CALICATA 2	MEANDRO 2 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	175	224,16	178,36
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	702,78	768,8	819,61
PIEDRA (Kg)	747,55	828,31	788,08
	MEANDRO 3 CALICATA 1	MEANDRO 3 CALICATA 2	MEANDRO 3 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	149,63	104,33	201,24
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	766,69	685,32	640,27
PIEDRA (Kg)	855,53	1027	903,54

Tabla 17 Diseño de Hormigón de 240 kg/cm<sup>2</sup> propuesto con agregado grueso de la cantera San Agustín y con agregado fino del rio Portoviejo desde el sector Lodana hasta El Pollo.

	MEANDRO 1 CALICATA 1	MEANDRO 1 CALICATA 2	MEANDRO 1 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	190	190	190
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	692,8	690,2	721,4
PIEDRA (Kg)	846,75	843,58	881,71
	MEANDRO 2 CALICATA 1	MEANDRO 2 CALICATA 2	MEANDRO 2 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	190	190	190
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	737	706,81	718,98
PIEDRA (Kg)	901,63	863,88	878,75
	MEANDRO 3 CALICATA 1	MEANDRO 3 CALICATA 2	MEANDRO 3 CALICATA 3
CANTIDAD DE AGUA (Litro)	190	190	190
CONT DE CEMENTO (Kg)	422,21	422,21	422,21
ARENA (kg)	680,98	722,45	776,58
PIEDRA (Kg)	832,31	882,99	949,15

Tabla 18 Diseño de Hormigón de 240 kg/cm<sup>2</sup> propuesto con agregado grueso de la cantera La Chicha con agregado fino del Río Chone Sector Puente Olimpo -Las Banderas

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensayos a la resistencia a la compresión se determinó con la norma (ASTM C39, 2001), el cual se ilustra los resultados de las pruebas realizada en la máquina de Rotura a los 7, 14, 28 días. El valor de medida a la rotura de compresión se divide para el área de la probeta que es 176 cm<sup>2</sup>, donde su diámetro es de 15 cm con una altura de 30 cm manteniendo la relación 2 a 1 como menciona la norma (ASTM C39, 2001). Una vez obtenido los resultados a la compresión, se comparan los valores de sus resistencias notando que el uso de las arenas de

ríos incide en la resistencia de hormigón como se ilustran en la figura 1 perteneciente al río Portoviejo sector El Cady hasta el Puente San Ignacio, figura 2 proveniente del río Portoviejo sector Lodana hasta El Pollo y la figura 3 el Río Chone sector Puente Olimpo Las Banderas todos estos fueron diseñados para una resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de roturas.

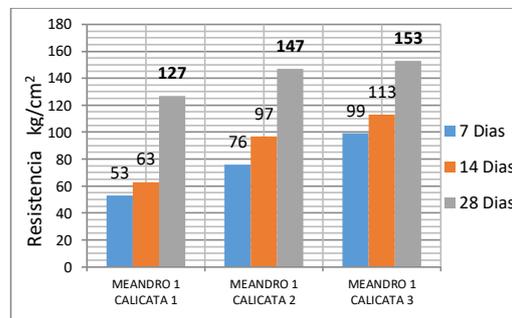


Figura 1. Resultados de ensayos de compresión a las probetas de hormigones de resistencia  $f_c$  240 Kg/cm<sup>2</sup> proveniente de la cantera Megarok y agregado fino del río Portoviejo sector El Cady hasta el Puente San Ignacio

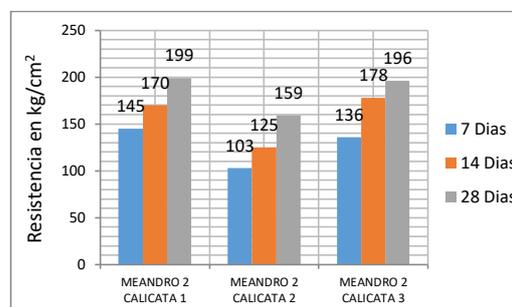


Figura 2. Resultados de ensayos de compresión a las probetas de hormigones de resistencia  $f_c$  240 Kg/cm<sup>2</sup> proveniente de la cantera San Agustín con agregado fino del río Portoviejo sector Lodana - El Pollo

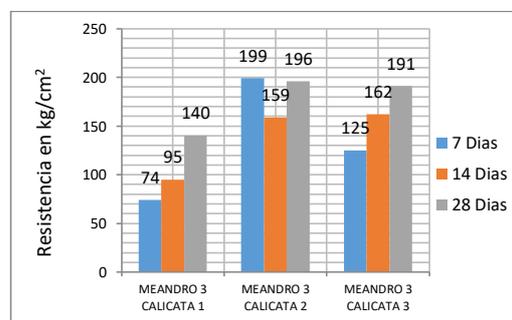


Figura 2. Resultados de ensayos de compresión a las probetas de hormigones de resistencia  $f_c$  240 Kg/cm<sup>2</sup> proveniente de La Chicha con agregado fino del Río Chone Sector Puente Olimpo - Las Banderas.

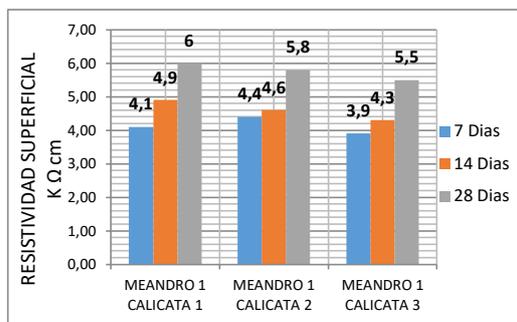


Figura 4. Resultados de ensayos de Resistividad superficial proveniente de la cantera Megarok y agregado fino del rio Portoviejo sector El Cady hasta el Puente San Ignacio

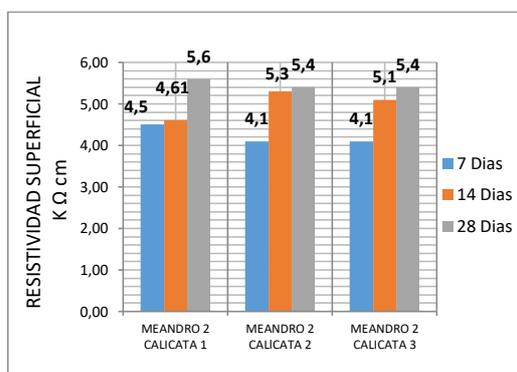


Figura 5. Resultados de ensayos de Resistividad superficial proveniente de la cantera San Agustín con agregado fino del rio Portoviejo sector Lodana - El Pollo

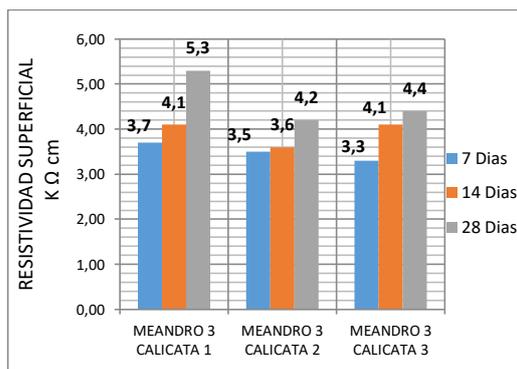


Figura 6. Resultados de ensayos de Resistividad superficial proveniente de La Chicha con agregado fino del Rio Chone Sector Puente Olimpo - Las Banderas.

Para el ensayo de resistividad superficial se utilizó el equipo de medición Surf™ Hand – Held Probe, que es un dispositivo de prueba de laboratorio avanzado para la medición de la resistividad eléctrica superficial de las probetas de hormigón endurecido, utilizando la técnica de medición de cuatro electrodos donde la técnica de resistividad eléctrica ha sido estandarizada por la norma (AASHTO - TP95-11, 2014).

La resistividad eléctrica del hormigón se correlaciona bien con ciertas características de rendimiento de hormigón, tales como el coeficiente de cloruro de difusión, absorción de agua, y la tasa de corrosión del acero incrustado.

La relación cualitativa entre el rápido penetrabilidad cloruro, RCP (ASTM C1202, 2012) y la superficie de la resistividad eléctrica del hormigón, es representado en la tabla 19.

Cloruro de Penetración	56 - Días - Cloruro de penetrabilidad d carga pasada según la norma ASTM C1202	28 días Resistividad superficial
	(Culombios)	(KΩ.cm )
Alto	> 4,000	< 10
Moderado	2,000 - 4,000	10 - 15
Bajo	1,000 - 2,000	15 - 25
Muy bajo	100 - 1,000	25 - 200
Despreciable	< 100	> 200

Tabla 19. Relación entre la resistividad superficial y penetrabilidad cloruro

Una vez obtenidos los valores de resistividad eléctrica superficial como se ilustra en la figura 4, figura 5, figura 6 y haciendo un comparativo con la tabla 19 que se menciona la norma (ASTM C1202, 2012), indica que estos presentan valores muy bajos de cloruro de penetración por lo tanto su durabilidad en el hormigón es ineficiente.

#### IV. CONCLUSIÓN.-

Los agregados de la cantera Megarok, San Agustín del sector Picoazá, y los de la cantera la Chicha proveniente del canto Sucre localizada en la provincia de Manabí, son aptos para usos de hormigones, pero al momento de utilizar o dosificarlo con agregados fino de los ríos de Portoviejo y Ríos de Chone no presentaron resultados favorables en los ensayos a la compresión y resistividad superficial.

El uso de arenas finas proveniente del rio Portoviejo Sector El Cady hasta el Puente San Ignacio, perteneciente a la Provincia a la Manabí no son aptas para el uso de Hormigones por presentar estas resistencias desfavorables.

Las arenas finas proveniente del rio Portoviejo Sector Lodana - El Pollo perteneciente a la Provincia de Manabí no son aptas para el uso hormigones por presentar estas resistencias desfavorables.

Las arenas finas proveniente del rio Chone Sector Puente Olimpo Las Banderas perteneciente a la Provincia de Manabí no son aptas para el uso hormigones por presentar estas resistencia desfavorables.

Los ensayos de resistencia a la compresión y resistividad superficial del hormigón presentaron valores bajos ensayados a la edad de 28 días.

En la resistividad superficial no hay buena calidad del hormigón, por lo que según los resultados que tenemos según las figuras 4,5,6 son valores bajos donde hay poca durabilidad y se vuelve permeable a los agentes agresivos que afectan al hormigón.

#### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

(s.f.).

NTE INEN 862. (2011). En Aridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Tecnica Ecuatoriana.

857., N. I. (2010). En Aridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Tecnica Ecuatoriana.

A. E. Alvarez Lugo, E. A. (2008). «Tomografía computarizada con rayos-x y sistema de imágenes de agregados (AIMS) para el estudio de mezclas asfálticas y agregados,». Revista ingeniería e investigación, pp. 142-151.

AASHTO - TP95-11. (2014). Standard Method of Test for Surface Resistivity Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration.

ASTM C1202, A. (2012). ASTM C 1202 Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration, ASTM International, 2010.

ASTM C127-15. (2015). A. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate, 2015. ASTM International, West Conshohocken, PA. www.astm.org.

ASTM C29 / C29M-17a. (2017). En A. I. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate. 2017.

ASTM C39. (2001). Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. www.astm.org., Volume: 04.02.

Hernández, E. H. (2018). COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES DE UN DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE CONVENCIONAL Y EL USO DE POLÍMEROS EN LA CARRETERA TOSAGUA. Universidad Ciencia y Tecnología(1), 8-8.

Hernández, E. H. O., & Sánchez, L. K. M. (2018). COMPARATIVO DE RESISTENCIAS DE UN HORMIGÓN CONVENCIONAL CON EL EMPLEO DE FIBRAS METÁLICAS Y SINTÉTICAS. OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA.

Mera, S. M. A., Soledispa, A. G. V., Párraga, W. E. R., Hernández, E. H. O., & Castro, C. M. J. (2020). Estudio de la resistencia a compresión del hormigón utilizando el vidrio finamente molido en reemplazo parcial del cemento. Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721, 4(2), 1-7.

MTOP, M. D. (2002). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

NTE INEN 1573. (2010). Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón de cemento hidráulico. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Tecnica Ecuatoriana. En Hormigón de cemento hidráulico.

NTE INEN 1578. (s.f.). Determinación del asentamiento. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana. En Hormigón de cemento hidráulico., 2010.

NTE INEN 696. (2011). Aridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 856. (2010). Aridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana.

NTE INEN 858. (2010). Determinación de la masa unitaria (peso volumetrico) y el porcentaje de vacios. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana. En Aridos.

Peñafiel Carrillo, D. A. (2016). Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino . (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil).

Yam, J. L. C., Carcaño, R. S., & Moreno, E. I. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Ingeniería, 7(2), 39-46.



**Ortiz Hernández E.** Ingeniero Civil, Magister en Construcción de Obras Viales especialista en consultoría de laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimento, Hormigones y Asfalto Profesor de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador materias impartidas como Docente: Mecánica de Suelos 1, Mecánica de Suelos 2, Geotecnia, Obras Viales y Pavimentos. Integrante del grupo de Investigación Nuevos materiales y tecnología de la Construcción del proyecto investigación: Fuentes de arena de río

de la Provincia de Manabí a utilizar en hormigones en la construcción de obras civiles.



**Vínces Jimmy Jeffrey** Ingeniero Civil, Magister en Construcción de Obras Viales especialista en Consultoría topografía Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Manabí Ecuador materias impartidas como Docente: Topografía 1, Topografía 2, Diseño de Vías, Construcción de carreteras 1. Integrante del grupo de Investigación Nuevos materiales y tecnología de la Construcción del proyecto investigación: Fuentes de arena de río de la Provincia de Manabí a utilizar en hormigones en la construcción de obras civiles.



**Jarre Castro Cesar M,** Máster en Educación y Desarrollo Social Docencia e Investigación Profesor de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador Especialista en materiales de construcción. Integrante del grupo de Investigación Nuevos materiales y tecnología de la Construcción del proyecto investigación: Fuentes de arena de río de la Provincia de Manabí a utilizar en hormigones en la construcción de obras civiles.



**Hidalgo Zambrano Raúl V.** Arquitecto. Doctorante en Ciencias en la Universidad Oriente en Santiago de Cuba-Cuba. Consultor de proyectos arquitectónicos, Constructor y fiscalizador de obras. Profesor Investigador del Centro de promoción y apoyo al ingreso de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Materias dadas como docente, Materiales de construcción I y II, Dibujo Civil, Dibujo Técnico, Matemáticas. Integrante del grupo de Investigación Nuevos materiales y tecnología de la Construcción del proyecto investigación: Fuentes de arena de río de la

Provincia de Manabí a utilizar en hormigones en la construcción de obras civiles.