

JIFI2018
JORNADAS DE INVESTIGACIÓN
ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA UCV

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LOS DEPÓSITOS DE ARCILLA UBICADOS EN EL MUNICIPIO CRUZ SALMERÓN ACOSTA, PENÍNSULA DE ARAYA, ESTADO SUCRE

Barreto, M. Yulimar C*. y Godoy R. John S y Ricardo Alezones.

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Año 2018.

*Yulimarc.1985@gmail.com; sneyjohn_23@hotmail.com

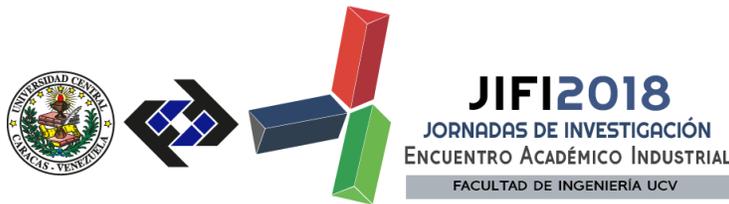
RESUMEN

El objetivo de este estudio es la caracterización geológica de los depósitos de arcillas ubicados en la Península de Araya, Municipio Cruz Salmerón Acosta del estado Sucre y a su vez evaluar el potencial de estas rocas como materia prima en la industria alfarera, a partir del levantamiento geológico y de los análisis químicos como difracción de rayos x (DRX), fluorescencia de rayos x (FRX) y algunos ensayos básicos de geotecnia a las muestras tomadas durante el levantamiento geológico. El sector se caracteriza por poseer una litología principalmente sedimentaria dispuesta espacialmente en ángulo de buzamiento entre 4° y 8°, representados por cuatro unidades litoestratigráficas: Formación Manicuare (Jurásico-Cretácico), Formación Cubagua (Mioceno-Plioceno), Formación Barrigón (Pleistoceno), Formación Tortuga (Pleistoceno Tardío) y la Formación Coche (Pleistoceno Tardío), siendo la Formación Barrigón la de mayor extensión para este estudio. Se identificaron 24 afloramientos donde se tomaron muestra y se procedió a realizar análisis de DRX teniendo como resultado un alto porcentaje de minerales de arcillas (caolinita, illita. Illita-esmectita y esmectita) reagrupando de acuerdo a su composición llevándolas a 12 muestras para los análisis de FRX y ensayos geotécnicos básicos. De estos ensayos se obtuvo como resultados que de las 24 muestras analizadas, sólo 3 de ellas están en el rango de los valores establecidos en estudios previos para la fabricación de ladrillos de 50%-60% de SiO₂ y 20%-30% de Al₂O₃. A pesar que en el análisis de DRX muestra que tienen alto contenido de caolinita, mineral fundamental para la elaboración de ladrillos, los valores de consistencia revelan evidencia de posibles propiedades expansivas de las arcillas las cuales muestran un rango de bajo a medio potencial de hinchamiento. Por estas razones, se recomienda realizar mezclas entre las arcillas donde este supere el 30 % en estado puro, para que tenga mayor plasticidad y fácil modelado.

Palabras claves: *Península de Araya, Difracción de rayos X, Fluorescencia de rayos X, Límites de consistencia, Hidrometría, Arcillas.*

ABSTRACT

The objective of this study is the geological characterization of clay deposits located in the Araya Peninsula, Cruz Salmerón Acosta Municipality of Sucre state and in turn to evaluate the potential of these rocks as raw material in the pottery industry, from the geological survey and from chemical analyzes such as x-ray diffraction (XRD), x-ray fluorescence (FRX) and some basic geotechnical tests to the samples taken during the geological survey. The sector is characterized by having a mainly sedimentary lithology spatially arranged at an angle of dip between 4 ° and 8 °, represented



by four lithostratigraphic units: Manicuaire Formation (Jurassic-Cretaceous), Cubagua Formation (Miocene-Pliocene), Barrigón Formation (Pleistocene), Tortuga Formation (Late Pleistocene) and the Coche Formation (Late Pleistocene), being the Barrigón Formation the largest extension for this study. We identified 24 outcrops where samples were taken and proceeded to perform XRD analysis resulting in a high percentage of clay minerals (kaolinite, illite, illita-smectite and smectite) regrouping according to their composition, taking them to 12 samples for analysis of FRX and basic geotechnical tests. From these tests it was obtained as results that of the 24 samples analyzed, only 3 of them are in the range of the values established in previous studies for the manufacture of bricks of 50% -60% of SiO₂ and 20% -30% of Al₂O₃. Although the XRD analysis shows that they have a high content of kaolinite, the fundamental mineral for brick making, the consistency values reveal evidence of possible expansive properties of the clays which show a range of low to medium potential swelling. For these reasons, it is recommended to make mixtures between the clays where it exceeds 30% in its pure state, so that it has greater plasticity and easy modeling.

Key words: Araya Peninsula, X-ray diffraction, X-ray fluorescence, Consistency limits, Hydrometry, Clays

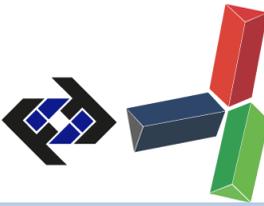
INTRODUCCIÓN

La Península de Araya es una prolongación de la sección central de la Cordillera de la Costa, la cual está ubicada al norte de las depresiones tectónicas de Valencia, Tuy medio y Barlovento, con una dirección este-oeste alcanzando una longitud de 270 km entre Punta Araya y el promontorio de Paria; su ancho no rebasa los 20 km. El Municipio Cruz Salmerón Acosta es una de los quince municipios que conforman el estado Sucre y se encuentra ubicado al noroeste del estado.

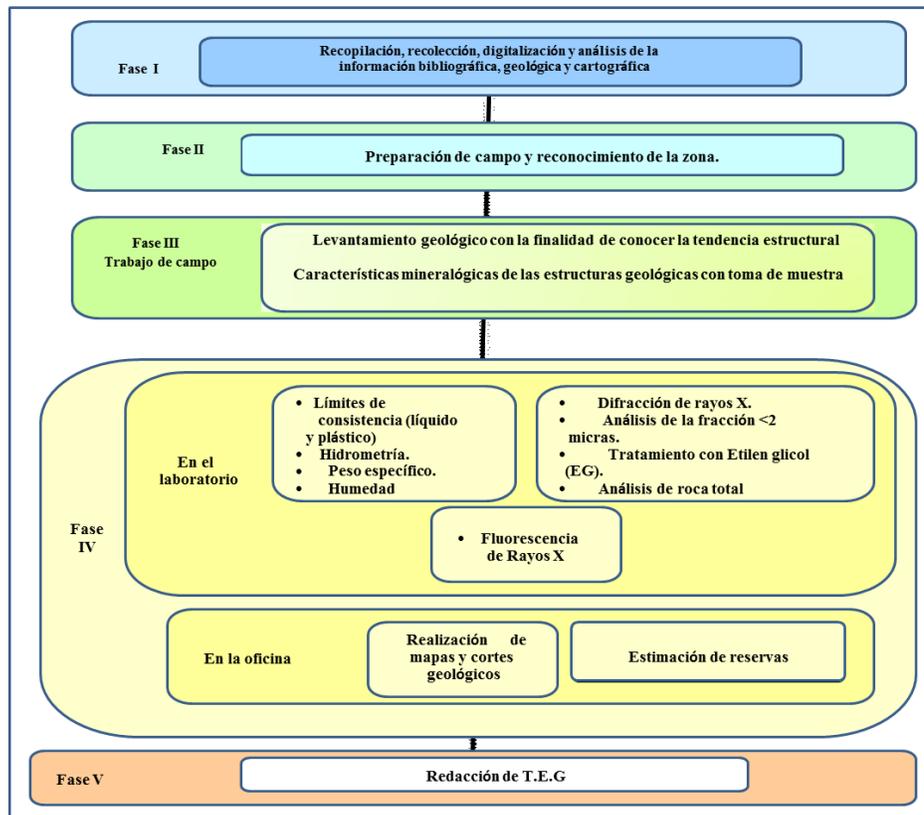
Los ambientes de formación de las arcillas incluyen sedimentos marinos y continentales, campos geotermiales, depósitos volcánicos y meteorización de rocas. Todos estos ambientes pueden causar la formación de arcillas a partir de minerales preexistentes. El 60% de la construcción a nivel mundial está representada por la calidad de los suelos arcillosos, arenosos o de caliza presentes y que se han ido procesadas de distintas maneras para diversos usos Zea, (2005).

El presente trabajo expresará los resultados del estudio geológico de superficie y la determinación de las propiedades mecánicas, físicas y composición mineralógica, de los depósitos de arcilla ubicadas en la zona del Municipio Cruz Salmerón Acosta, en la Península de Araya estado Sucre; esto se alcanzará utilizando las técnicas de reconocimiento de campo, ensayos de humedad relativa y plasticidad del material, análisis de difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X. El trabajo pretende estimar la calidad del material estudiado con miras a conocer la utilidad del mismo.

La zona de estudio se encuentra ubicada al nor-orientado de Venezuela, en la península de Araya, estado Sucre, entre las poblaciones de Araya (Municipio Cruz Salmerón Acosta) al oeste. Esta localizada en el orientado de Venezuela entre los 10° 25' y 10° 45' norte y los 63° 17' y 64° 24' oeste; se encuentra prácticamente protegida por la barrera que conforman las islas de Coche, Margarita y Cubagua con El Morro de Chacopata.



METODOLOGÍA



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para conocer la presencia de arcilla en la Península de Araya fue necesario recorrer la zona de estudio y evaluar la geología presente por medio de la descripción de campo, para así poder conocer los depósitos presentes en la zona de estudio. Donde se realizó la toma de 24 muestras para su estudio. A continuación se describe la geología de la zona por medio de sus formaciones encontradas en los afloramientos estudiados.

Formación Cubagua

Es la unidad con mayor extensión de la zona de estudio, y está caracterizada por rocas sedimentarias, principalmente por areniscas y lutitas, con alto contenido paleontológico donde se destacan los moluscos y foraminíferos observados a simple vista y abundantes algas. Presenta estratos con poca inclinación lo cual le da una morfología amesetada. Se compone de 2 miembros:

Miembro Cerro Verde

Este término fue propuesto por Vignali (1965), para designar el miembro inferior de la Formación Cubagua, aflorante en el extremo oeste de la península de Araya. Suprayace discordantemente a rocas metamórficas de la Formación Manicuaire, e infrayace transicionalmente al Miembro Cerro Negro. Se caracteriza por estar formado por secuencia de limolitas y lutitas, con colores que varían

de marrón claro a oscuros y tonalidades grises y marrón oscuros con abundantes vetas de yeso con una distribución reticular posterior a la formación de dichas rocas.

Miembro Cerro Negro

Este término designa el miembro superior de la Formación Cubagua descrito por Vignali (1965), con localidad tipo en Cerro Negro. La Formación Cubagua con sus miembros está representada en diversos lugares dentro de la zona de estudio ubicadas al norte en los cerros El Macho y Guaranache, al oeste en cerro Barrigón y al sur en el cerro el Pariche.

Formación Barrigón

Aflora hacia el oeste de la zona de estudio, teniendo su sección mejor expuesta hacia el tope del cerro Barrigón. Está caracterizada por una secuencia sedimentaria, compuesta principalmente por calizas con algas rojas y bivalvos, con capas de 5 m de espesor respectivamente, muy competentes, de color meteorizado amarillo, color fresco pardo, conformada por fragmentos de bivalvos, equinodermos y algas roja. El contacto inferior es transicional con rocas del Miembro Cerro Negro de la Formación Cubagua. Suprayacente a las anteriores se encuentran calizas de grano medio, friable, con fragmentos de moluscos y gasterópodos, con 1.80 m de espesor. El tope está caracterizado por un nivel de 25 cm de espesor de meteorización. Se presenta en estratos con poca inclinación lo cual le da una morfología amesetada. Con buzamiento entre 3° a 8° aproximadamente; para el punto de observación y PA-6 se obtuvieron y N45°E3S respectivamente.

Cerro Barrigón se encuentra limitando por el norte por la falla Tacarigua (ENE-WSW), probablemente sinistral (Beltrán y Giraldo, 1989). Los mismos autores describen a la falla de Laguna Grande (ENE.WSW) como sinistral, la cual limita a cerro Barrigón por el sur.

Formación Tortuga

Es la unidad sedimentaria de menor extensión de la zona de estudio, se distribuye en terrazas localizadas hacia el oeste y sur de la zona occidental de la península de Araya y al oeste de la laguna madre, se, describe 8 metros de sedimentos marino- somero con una marcada discordancia sobre las lutitas del Miembro Cerro Verde. La sección basal está caracterizada por 3,5 m de areniscas calcáreas color ocre, oxidadas y parcialmente bioturbadas por estructuras asociadas a la icnofacies. El tope esta caracterizado por un material calcáreo meteorizado denominado “Caliche” o Hard pan, con presencia de material bioclástico de algas calcáreas, fragmentos de moluscos y gasterópodos. Hacia la base está caracterizado por areniscas y lutitas de color blanco amarillento y bien compacto, con fragmentos de algas calcáreas, y fragmentos de conchas. La sección superior está formada por caliza arenosa de color blanco a pardo caracterizada por algas, conchas de moluscos enteras y fragmentadas.

El nivel inferior está constituido por 4,0 m de espesor de areniscas de grano fino friables color marrón que va gradando hacia el tope a areniscas más compactas. El contacto inferior del nivel basal es discordante con las lutitas del Miembro Cerro Verde hacia la zona de la salina, en la zona del castillo no se observa dicho contacto. El contacto entre el nivel basal y el nivel superior es abrupto. La sección superior está constituida por calizas arenosas de 1.80 m de espesor, de color meteorizado grisáceo y fresco pardo grisáceo.

Tabla 1 Cantidad de minerales de arcillas de acuerdo al % pasa 200

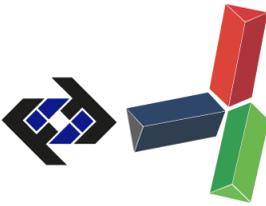
MUESTRA	% P 200	S.U.C.S	DRX % MINERALES DE ARCILLAS			
			CAOLINITA	ILLITA	ILLITA/ ESMECTITA	ESMECTITA
PA-4	83.33	CL	7	77	8	8
PA-5	78.84	ML	15	12	73	
PA-9	83.41	CL-ML	64	33		3
PA-11	99.84	CH	79	17		4
PA-13	87.73	CL	60	38		3
PA-15	69.87	CL-ML	72	24		4
PA-18	89.02	CL	51	46		3
PA-19	83.96	CL	55	42		3
PA-20	98.98	CL	53	23	24	
PA-22	78.46	CL	49	48	10	2

En la tabla 1 se puede visualizar la cantidad de mineral retenido en el tamiz 200 en el cual se puede estimar la cantidad de mineral de arcilla presente de acuerdo a la relación con la DRX. Las arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL) corresponden a las muestras PA-4, PA-13, PA-18, PA-19, PA-20 y PA-22 todas las mencionadas excepto la primera (PA-4) corresponde a las que presentan la mayor cantidad de caolinita con un porcentaje de 49-60%, y de 23-48% de illita y poco porcentaje de illita-esmectita y esmectita del material retenido en el tamiz 200, teniendo

La muestra PA-4 tiene un 83,33% de minerales de arcillas retenidos en el tamiz 200 de las cuales solo el 7% corresponde a caolinita, 77% a la illita y un 8% de illita- esmectita y esmectita sola, siendo esta la muestra con mayor cantidad de illita y menor cantidad de caolinita siendo esta la menos apropiada para la fabricación de ladrillos porque muestra muchas impurezas y no cumple con el mínimo de porcentaje de caolinita e illita.

La muestra PA-5 correspondiente a un limo inorgánico de baja compresibilidad, contiene un 78,84 % de material retenido en el tamiz donde el 73 % corresponde a illita-esmectita y un 15% y 12% para la caolinita y la illita, de igual manera no cumple con los porcentajes apropiados para la elaboración de ladrillos. Las muestras PA-9 y PA-15 pertenecen al grupo de las arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL) y a un limo inorgánico de baja compresibilidad (ML). Tienen mayor del 70 % de caolinita y entre 33 a 24% de illita y apenas un 3 a 4% de esmectita del 83,41 % y 69, 87 % de material retenido en el tamiz.

De acuerdo a la información suministrada en la tabla 1 se puede inferir que la mayor cantidad de muestra retenida corresponde a las arcillas inorgánicas de baja plasticidad y a los limos inorgánico



de baja compresibilidad donde estas presentan la mayor cantidad de caolinita, mineral fundamental para la construcción de ladrillos.

Tabla 2 Resultados geotécnicos

MUESTRA	LL %	LP %	IP %	DETERMINACIÓN INDIRECTA DEL ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ)	DETERMINACIÓN INDIRECTA DEL LÍMITE DE CONTRACCIÓN POR MEDIO DEL MÉTODO SIMPLIFICADO DE CASAGRANDE		METODO SIMPLIFICADO DE EXPANSIVIDAD DAKSHANAMANTHY Y RAMAN (1973)	*ACTIVIDAD %	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	HUMEDAD %
					%LC	%IC				
PA - 2					NP				SM	2,07
PA - 4	41	11	30	28,50	8	33	Medio	1,28	CL	3,09
PA - 5	23	13	10	33,00	11	12	Bajo	0,78	ML	2,97
PA - 9	18	15,1	2,9	35,00	14	5	No plástico	0,26	CL-ML	4,24
PA - 11	53	21	32	28,00	13	40	Medio-Alto	1,98	CH	9
PA - 13	36	14	22	29,50	10	26	Bajo	5,95	CL	12,32
PA - 15	19	15	4	34,70	14	5	No plástico- Bajo	1,11	CL-ML	2,52
PA - 17					NP				SM	0,46
PA - 18	27	14	13	32,00	11	16	Bajo	0,65	CL	3,82
PA - 19	32	16	16	31,00	12	20	Bajo	0,55	CL	6,34
PA - 20	46	21	26	29,25	15	30	Medio	1,04	CL	7
PA - 22	30	21	9	33,50	19	11	Bajo	1,58	CL	4,18

Muestras PA-2 y PA-17

De acuerdo a la información mostrada en la tabla 2, se puede describir que según la clasificación S.U.C.S corresponde a una Arena Limosa, con una humedad natural de 2,07% y 0,46 % respectivamente y sus límites de consistencia no aplican por su composición mineralógica.

Muestras PA-4, PA-13, PA-18, PA-19, PA-20, PA-22

Se pudo determinar que todas estas pertenecen al grupo de las arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL). Esto indica que posee bajo contenido en minerales del grupo de la arcilla que son los que hacen que sea considerado plástico al aplicarle una cierta cantidad de humedad, se pudo clasificar por el método simplificado de expansividad de Dakshamanthy y Raman (1973) dando como resultado bajo hinchamiento, con una actividad en el orden de 1,04% a 1,11% excepto para la muestra PA-13 que es de 5,94% y un ángulo de fricción en el orden de 28,5% a 33%, respecto a los límites de consistencias los LL están entre los 27% y 41 %, para un IP=muy variado entre 9% y 30 %, con una humedad natural de 3,09% a 12,32%, la cual estas arcillas no cumplen con la propiedades básicas para la elaboración de ladrillos.

Muestra PA-11

Perteneciente a la Formación Barrigón, caracterizadas por lutita marrón pardo que luego de aplicarle el ensayo de los límites de consistencia se obtuvo que el límite líquido es 53,00 % y límite plástico 21,0%; con un índice de plasticidad de 32,0%, clasificándola como una arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH) según la carta de plasticidad de Casagrande. Éste resultado sugiere que

está compuesto por un alto contenido de minerales del grupo de la arcilla ya que puede ser remodelado en presencia de alguna humedad sin desmoronarse, esta naturaleza cohesiva es debida al agua adsorbida que rodea a sus partículas (Braja Das, 2001), presenta una humedad de 9%, con un ángulo indirecto de fricción interna de 28% y una actividad de 1,98 % presentando un hinchamiento de medio a alto.

Muestra PA-5

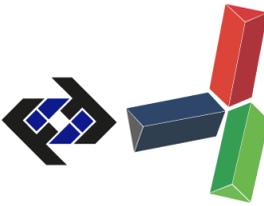
Se ubica vía Manicuaire en el contacto meta sedimentario, caracterizadas por lutita marrón que luego de aplicarle el ensayo de los límites de consistencia se obtuvo que el límite líquido es 23,0% límite plástico 13,0%; que luego al aplicar la fórmula del índice de plasticidad éste arrojó un resultado de 10,0%. Estos datos fueron graficados en la carta de plasticidad de Casagrande la cual se identificó como un limo inorgánico de baja compresibilidad (ML). Éste resultado sugiere que está compuesto por arenas finas limosas o arcillosas, presenta una humedad de 2,97%, con un ángulo indirecto de fricción interna de 33% y una actividad de 0,78 % presentando un hinchamiento bajo. Esta muestra no es de interés para fines de esta investigación por no presentar las propiedades básicas para la elaboración de ladrillos.

Muestras PA-9 y PA-15

Luego de graficar en la carta de plasticidad de Casagrande, se pudo determinar que pertenece al grupo de las arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL) y a un limo inorgánico de baja compresibilidad (ML). Éste resultado sugiere que está compuesto por arenas finas limosas o arcillosas. Esto indica que posee bajo contenido en minerales del grupo de la arcilla que son los que hacen que sea considerado plástico al aplicarle una cierta cantidad de humedad, se pudo clasificar por el método simplificado de expansividad de Dakshamanthy y Raman (1973) dando como resultado bajo hinchamiento, con una actividad en el orden de 0,26% a 1,11% y un ángulo indirecto de fricción en el orden de 33% a 34,75%, respecto a los límites de consistencias los LL están entre los 18% y 19 %, LP 15% para ambas muestras para un IP entre 2,9% y 4 %, con una humedad natural de 4,29% a 2,52%. Estas muestras si arrojan los valores apropiados para la elaboración de ladrillos.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los ensayos y análisis realizados 3 de las 24 muestra están en el rango de los valores establecidos en estudios previos para la fabricación de ladrillos de 50%-60% de SiO_2 y 20%-30% de Al_2O_3 . A pesar que en el análisis de DRX muestra que tienen alto contenido de Caolinita mineral fundamental para la elaboración.
- La litología determinada como Lutita marrón pardo de la Formación Barrigón es la que de acuerdo a los análisis de Difracción de Rayos X, fluorescencia y geotécnicos, posee mayor interés desde el punto de vista industrial, como material para aportar plasticidad, por su contenido mineralógico (cuarzo, illita, caolinita), químico (de SiO_2 entre 50- 60 %, Al_2O_3 entre 20-30%), naturaleza plástica (arcilla de media a baja plasticidad).
- Los valores de consistencia muestran evidencia de posibles propiedades expansivas de los suelos tal y como lo evidencia la gráfica presentada por Dakshanamanthy y Raman (1973), las cuales exponen de bajo a medio potencial de hinchamiento. Es por ello que se sugiere a



las autoridades competentes tomar las diversas medidas preventivas (tales como estabilización química con cal, compactación, humedecimiento, etc.) a la hora de realizar futuras obras de vialidad en la zona.

- Para la elaboración de ladrillos, se deben usar materiales arcillosos compuestos predominantemente por caolinita y illita, con un porcentaje menor de esmectita, a los que se agregan cuarzo y otros minerales detríticos de grano fino. Estos componentes cohesivos son los principales constituyentes plásticos de las pastas cerámicas. La cantidad de esmectitas debe ser limitada; aun cuando aumentan la plasticidad de la pasta, ya que en el proceso de secado se contraen; perdiendo volumen y corriendo el riesgo de sufrir deformaciones. Es por ello que su uso debe ser controlado, no excediendo de un tres (3%) a (5%) de contenido de esta arcilla mineral. Por los que las muestras PA- 9 y PA- 15 son los más aptas ya que poseen un 70 % de caolinita y entre 24% y 33% de illita y de 3% a 4% de esmectita correspondiente a las arcillas de baja plasticidad y limos inorgánicos de baja compresibilidad.
- La arcilla apta para la fabricación de cerámicos de construcción debe de tener en contenido de SiO_2 entre 50 y 60% de Al_2O_3 entre 20 y 30% en cuanto a este contenido las muestras PA-4, PA-9, PA-11 y PA-22 son las más apropiadas para su contenido de SiO_2 y Al_2O_3 encima del mínimo necesario. No se descartando las arcillas PA-15, PA-18, PA-19 y PA-20 dado que su composición no se aleja mucho para el rango óptimo, además dichas arcillas pueden mezclarse con otras de tal manera que dicha mezcla arcillosa tenga la composición requerida.

REFERENCIAS

- [1] Abuahzi A., F. Dos Santos & M. Nunes. (2004) Sedimentología y estratigrafía de las formaciones Coche y Tortuga en la península de Araya. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 129 p.
- [2] Alvarado A (2005). Integración geológica de la península de Araya. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 238 p.
- [3] Espina J. (1963). Estudio geológico de una zona de la Península de Araya. Estado Sucre. Distrito Sucre. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 32 p
- [4] Espejo A. 1963. Estudio geológico de una zona de la Península de Araya. Estado Sucre. Distrito Sucre. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo Especial de Grado. Inédito. 26 p
- [5] Jiménez, J. y Justo, J. (1971) Propiedades de los suelos y rocas. Geotécnia y Cimiento. Tomo 1 pág. 63-76 p.
- [6] Vignali M. (1964). Estudio geológico de las rocas sedimentarias de Araya. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Trabajo de Ascenso. Inédito. 37 p.