



MINCULTURA



INFORME FINAL

ESTUDIOS DE SUELOS PARA LA REHABILITACIÓN DEL TEATRO MUNICIPAL “CESAR CONTÓ FERRER” EN LA CIUDAD DE QUIBDÓ (CHOCÓ)



FORMATO DE CONTROL DE REVISIÓN DEL DOCUMENTO

PROYECTO No.: ACEPTACIÓN DE LA OFERTA 2734/16

OBJETO: CONSULTORÍA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS
DIAGNÓSTICOS Y ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA
REHABILITACIÓN DEL TEATRO MUNICIPAL “CESAR
CONTÓ” EN LA CIUDAD DE QUIBDÓ (CHOCÓ).

CLIENTE: MINISTERIO DE CULTURA

FECHA ENTREGA AL CLIENTE	REVISIÓN	OBSERVACIÓN / MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN	REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ
--------------------------------	----------	--	---------	--------	--------

Contenido

1. GENERALIDADES.....	4
1.1. OBJETIVO	4
1.2. ALCANCE.....	4
1.3. LOCALIZACIÓN.....	5
1.4. DESCRIPCIÓN Y ENTORNO	7
2. ASPECTOS BÁSICOS	7
2.1. SISMISIDAD.....	7
2.2. GEOLOGÍA.....	12
2.3. GEOMORFOLOGÍA.....	15
2.4. SUELOS	15
2.5. EXPLORACIÓN DIRECTA DEL SUBSUELO.....	17

1. GENERALIDADES

La elaboración del presente documento se realiza para la rehabilitación y/o reconstrucción del **Teatro Municipal “Cesar Contó Ferrer”** en la ciudad de Quibdó (CHOCÓ).

Este informe contiene las distintas actividades necesarias que comprenden la visita de reconocimiento, la exploración del subsuelo, los ensayos de laboratorio, los análisis, conclusiones y recomendaciones necesarias para los diseños y construcción de la infraestructura de las obras que van a ser soportadas en el suelo, con el fin de garantizar un adecuado comportamiento de la estructura, cumpliendo con la Norma Sismo Resistente Colombiana vigente, que para este caso es la NSR-10, protegiendo la integridad de las personas que dispondrán de este espacio cultural.

1.1. OBJETIVO

El objetivo es realizar los estudios de suelos necesarios, para garantizar la estabilidad geotécnica para la rehabilitación y/o reconstrucción de la infraestructura del **Teatro Municipal “Cesar Contó Ferrer”**, estableciendo las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones y la definición de espectros de diseño sismo resistente, que resistirán los efectos de sismos y efectos geotécnicos desfavorables.

1.2. ALCANCE

El alcance de los trabajos consiste en realizar las actividades que permitan identificar y clasificar las propiedades geo mecánicas del subsuelo con el fin de tener la información suficiente para elaborar los diseños geotécnicos necesarios para verificar y/o reforzar la cimentación del **Teatro Municipal “Cesar Contó Ferrer”**.

Recopilación de información: se recopilará toda la información secundaria que permita conocer mejor las condiciones geotécnicas generales de la zona.

Inspección de campo: corresponde a la identificación y verificación en campo de las condiciones particulares de las zonas donde está planteado la construcción de las locaciones.

Exploración del subsuelo: consiste en realizar una campaña de prospección en la cual se realizaran ensayos de campo y que permitirá obtener muestras del subsuelo las cuales se ensayaran y caracterizarán.

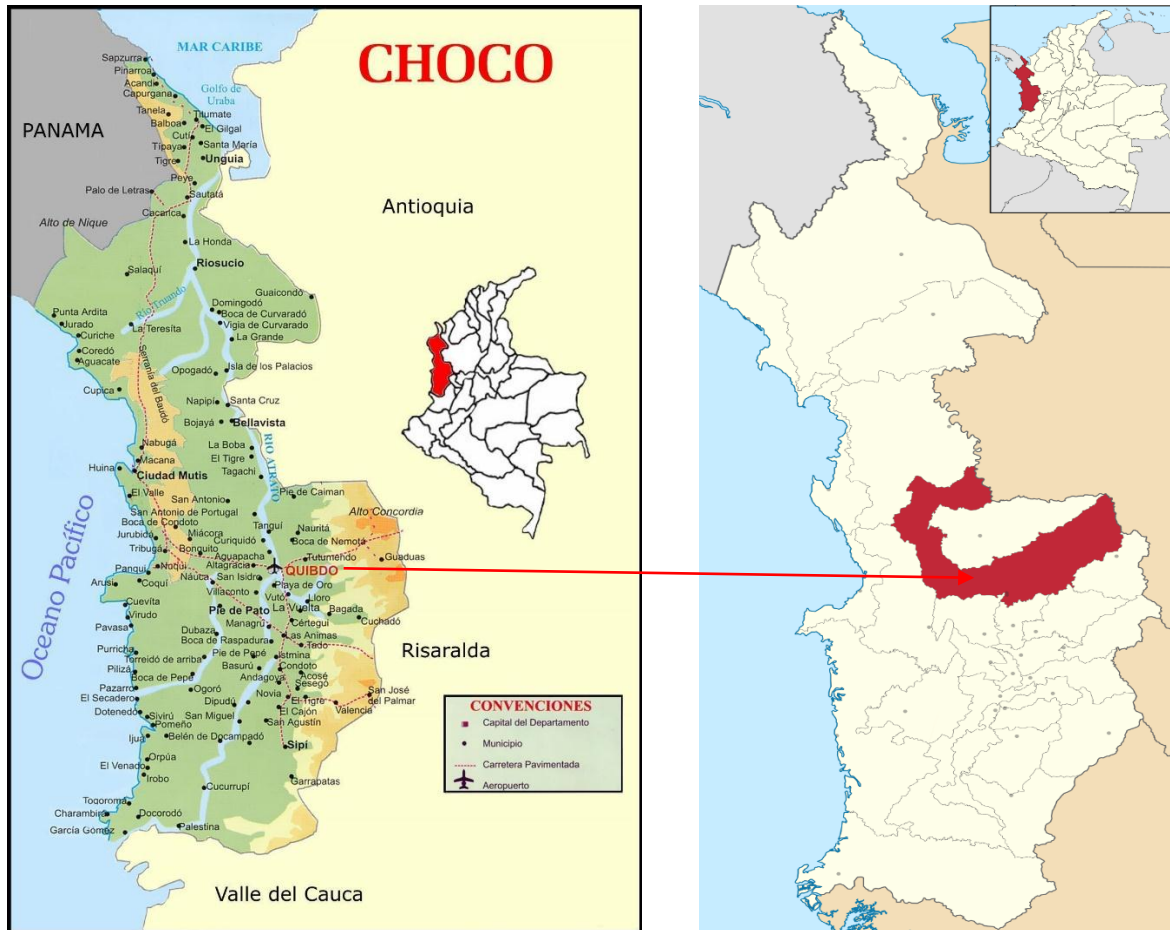
Caracterización del subsuelo: consiste en caracterizar el subsuelo de acuerdo a los ensayos realizados in situ y a los resultados de los ensayo de clasificación y geo mecánicos.

Análisis geotécnico: el análisis, diseño y/o reforzamiento de la cimentación, del **Teatro Municipal “Cesar Contó Ferrer”** recomendando la mejor alternativa técnica, económica y funcional para el proyecto estableciendo las recomendaciones constructivas requeridas.

Durante la ejecución, si se presentan situaciones no previstas en estos estudios, se deberá dar oportuno aviso al Ingeniero Geotecnista o a la compañía, para estudiar el caso y dar las soluciones más convenientes y adecuadas para el proyecto. Este informe no podrá ser modificado ni alterado sin autorización de esta empresa.

1.3. LOCALIZACIÓN

La construcción de la Biblioteca Pública se localiza en un lote ubicado en la zona urbana del municipio de Lloró en el departamento de Chocó.



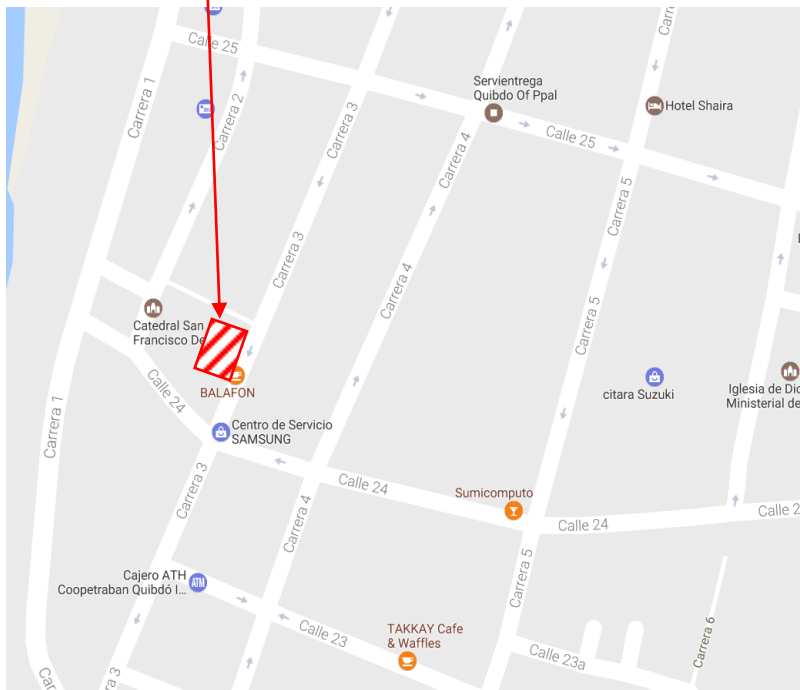
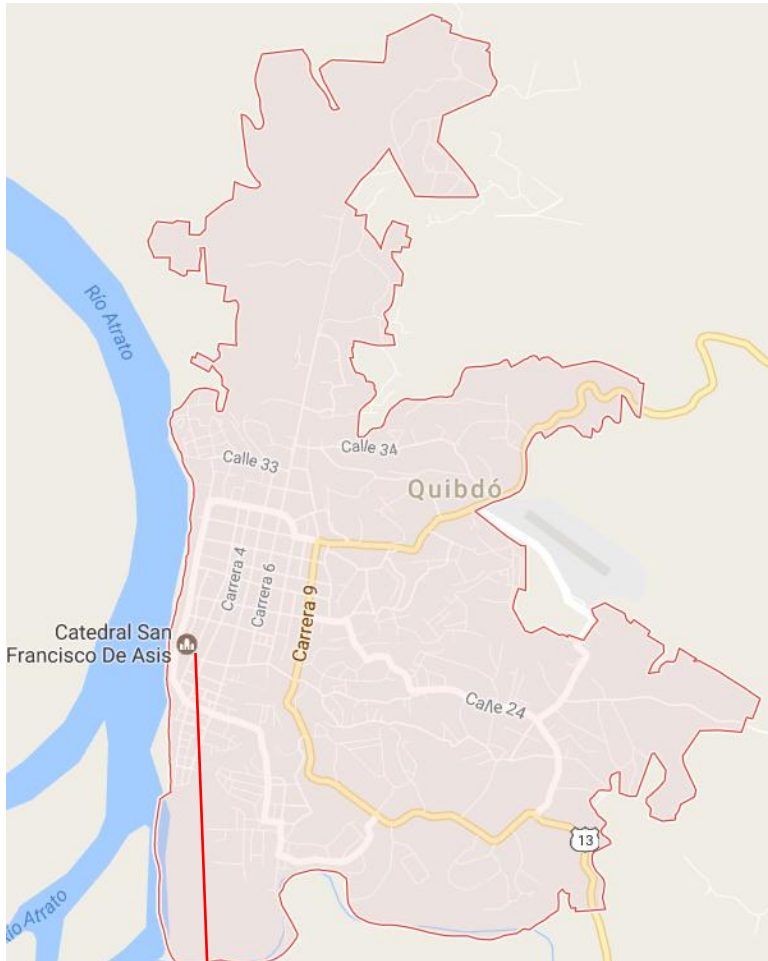


Ilustración 1, Localización Teatro Cesar Contó

1.4. DESCRIPCIÓN Y ENTORNO

El **Teatro Municipal “Cesar Contó Ferrer”**, de acuerdo con la escritura pública No. 942 de la Notaria Primera del Círculo de Quibdó y Matrícula Inmobiliaria No. 180-2136, la dirección es Calle 24 No. 2-71/75/79 en la parte urbana de la ciudad de Quibdó

2. ASPECTOS BÁSICOS

Para este informe, los aspectos básicos son aquellos que permiten establecer las características internas y externas que condicionan los tipos de suelos actuales. Esta información corresponde a investigaciones documentales en las distintas entidades que se encarga de este tipo de información y la información levantada en campo.

2.1. SISMISIDAD

De acuerdo con la Clasificación de amenaza descrita la NSR-10 para el sector en estudio se tiene:

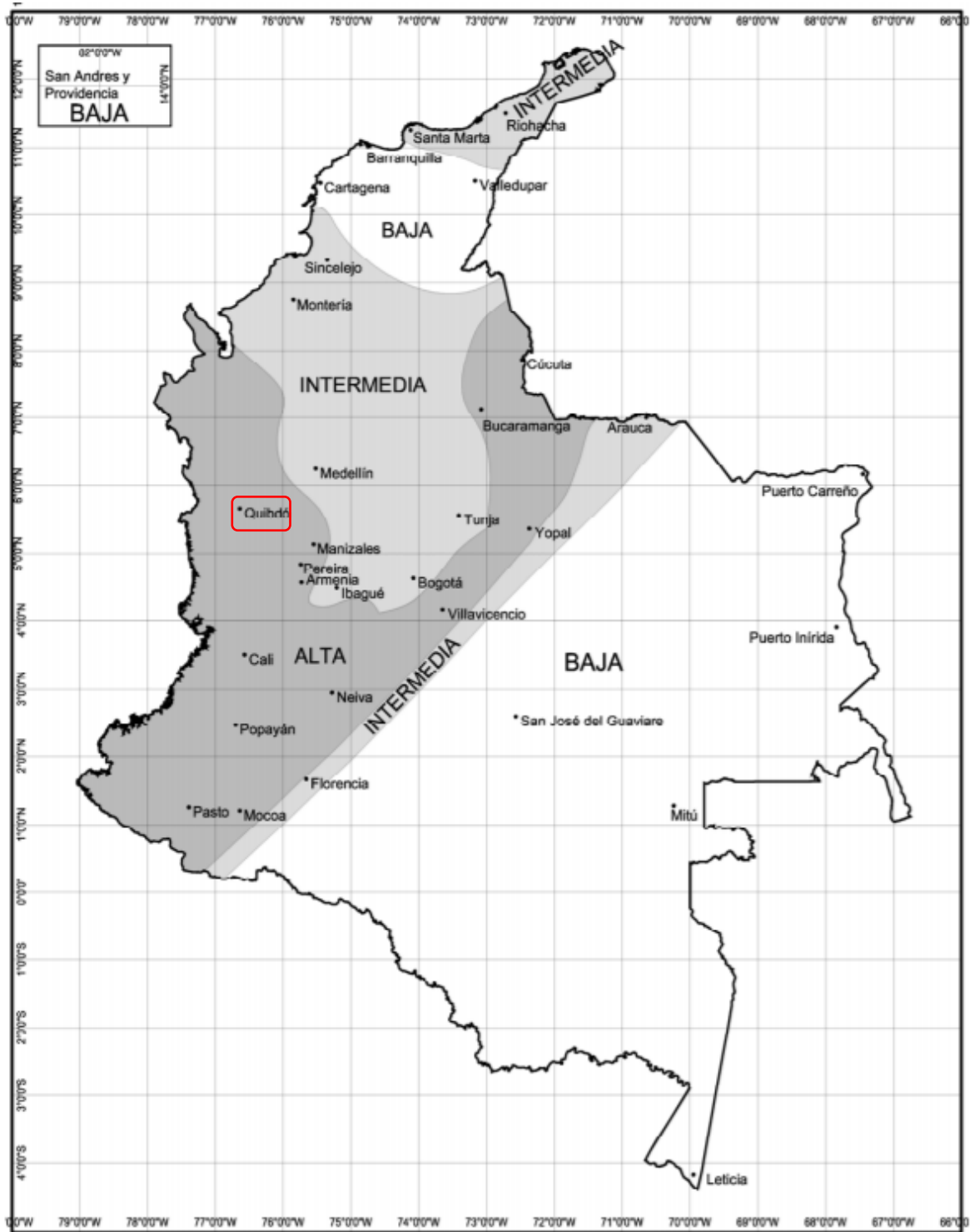


Ilustración 2, Zonas de Amenaza Sísmica, fuente NSR-10 Título A

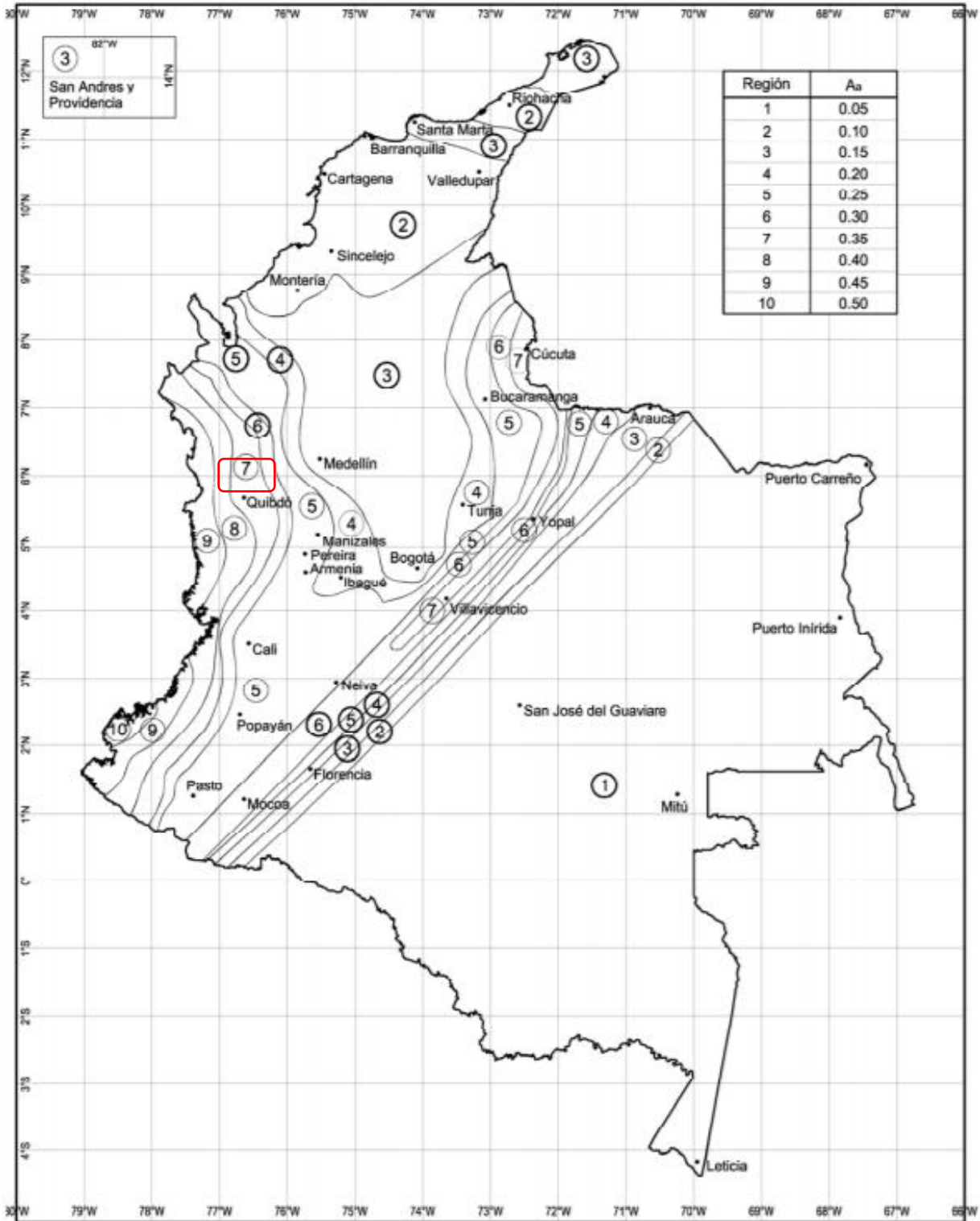


Ilustración 3, Mapa de Valores Aa

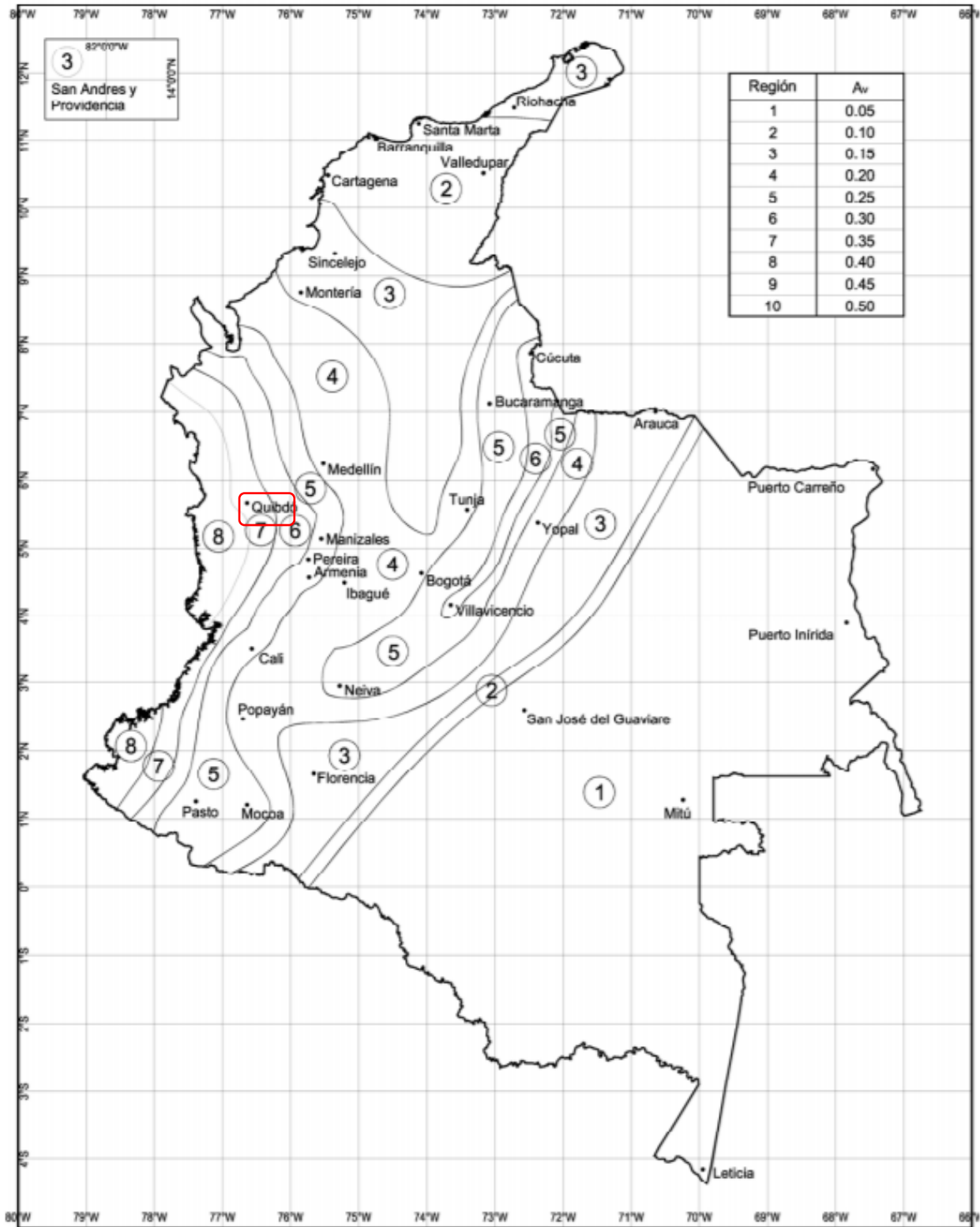


Ilustración 4, Mapa Valores A_v

De acuerdo con los mapas de la NSR-10, el proyecto se localiza en:

Zona de Amenaza Sísmica: **Alta**
 A_a , Coeficiente de Aceleración Sísmica: **0.35 en la zona de estudio.**
 A_v , Coeficiente de velocidad Horizontal: **0.35 en la zona de estudio.**

Definición Tipo de perfil de suelo:

Determinado a partir de metodología descrita en el numeral A.2.4.4 **Tipo D.**

La determinación de tipo de perfil del suelo, se realizó utilizando como parámetro el número medio de golpes obtenido con el ensayo de penetración estándar y aplicando la formula descrita en el numeral A.2.3.2. De la NSR – 10

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} = 19$$

Donde:

N_i = El número de golpes por pie obtenido con el ensayo de penetración estándar haciéndole su respectiva corrección a un 60% de la energía

d_i = Espesor del estrato i en metros

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > \bar{v}_s
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > \bar{s}_u
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Tabla 1, Clasificación de los perfiles del suelo, fuente NSR-10 Título A

2.2. GEOLOGÍA

La situación geología de la ciudad de Quibdó, se ubica en la Cuenca del Atrato, que se encuentra dentro del Arco Chocó-Panamá. Ver *Ilustración 5*. Se trata de depósitos sedimentarios acumulados desde el Paleógeno sobre diferentes basamentos Cretácicos, principalmente compuestos por restos de corteza oceánica que portan fragmentos de arcos de islas.

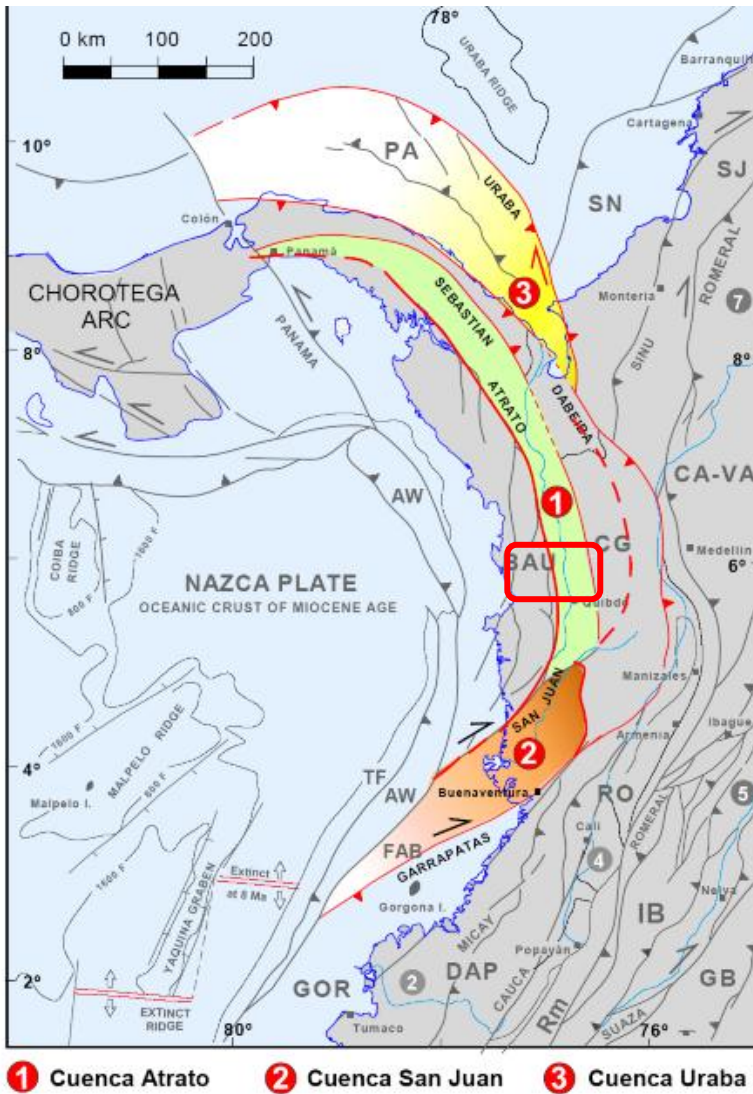
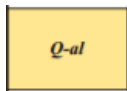


Ilustración 5, Ubicación Geológica de la Cuenca del Atrato

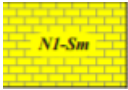
De acuerdo con el Mapa Geológico de Colombia de INGEOMINAS año 2007 Ver *Ilustración 6*, el municipio de Quibdó se encuentra localizado en las siguientes formaciones geológicas:

Cuaternario (Qal):



Está representado por los depósitos de origen aluvial que se encuentran en el valle del río Atrato, el cual nace en la vertiente de la Cordillera Occidental. Corresponden a terrazas aluviales compactadas y/o llanuras de inundación. Su composición es variable y depende de la litología que lava este río. En general son gravas, limo-arenosas, con cantos de rocas ígneas intrusivas y volcánicas, capas de arenas y sedimentos finos en general con presencia orgánica.

Formación Munguidó (Tpm):



Consiste principalmente de lodolitas calcáreas de color gris oliva, con algunos niveles piroclásticos de tobas e intercalaciones de niveles delgados de areniscas con glaucomita. Esta formación es de edad terciario superior (Pliocenos) y tiene un espesor de 1420 m (Duque Caro, 1990). Sobre esta secuencia sedimentaria se depositaron sedimentos provenientes de los procesos de sedimentación generados por la dinámica del río Atrato principalmente, sobre estos sedimentos está asentada gran parte del municipio de Quibdó. *Ver Ilustración 6.*



Ilustración 6, Mapa Geológico de Colombia INGEOMINAS 2007

El Teatro actualmente se encuentra en una zona formada por sedimentos aluviales depositados por el río Atrato con aportes menores y más superficiales de las quebradas que constituían la red de drenaje antigua del área en que se encuentra el lote donde se construyó el Teatro.

Se observan en la zona de trabajo, rocas de origen sedimentario constituidas por suelos altamente orgánicos, arcillas de color amarillas, blancas, café, gris, arena y gravas que descansan sobre una grava arcillosa compacta aunque sin llegar a tener las características de un conglomerado, estos materiales conforman un sistema de colinas con alturas menores de 60 msnm, disectadas por corrientes de aguas que drenan hacia el río Atrato formando depresiones de dimensiones métricas (menores a 50 m de ancho) y profundidad variable. En las zonas adyacentes al río Atrato se encuentran sedimentos no compactados depositados por este, estos sedimentos están constituidos por gravas y arenas sueltas.

2.3. GEOMORFOLOGÍA

En el municipio de Quibdó, en el área de nuestro estudio encontramos una geomorfología Llanura Aluvial, compuesta por depósitos aluviales actuales del río Atrato, caracterizándose por ser totalmente plana.

2.4. SUELOS

Según el IGAC-INGEOMINAS en el departamento de Chocó existe aproximadamente 88 tipos de suelos, con un dominio de 19 grupos, que al igual que la Geomorfología y la Geología, están situados en la franja Occidental del departamentos sobre la serranía del Baudó.

N°	Descripción	Área (ha)	%	% Acumulado
1	UMLf - Grupo Indiferenciado Humic Dystrudepts y Typic Eutrudepts	579466,00	13,26	13,26
2	UMAf - Asociación Typic Dystrudepts- Typic Udorthents- Humic Dystrudepts	459995,51	10,53	23,79
3	ULAc - Asociación Typic Hapludults - Typic Dystrudepts	246680,77	5,65	29,44
4	URCa - Asociación Humaqueptic Fluvaquents Hydric Haplohemists	195384,29	4,47	33,91
5	ULAd - Asociación Typic Hapludults - Typic Dystrudepts	191493,46	4,38	38,29
6	UVEb - Asociación Typic Udifluents - Typic Fluvaquents	158765,18	3,63	41,93
7	ULDc - Asociación Oxíc Dystrudepts - Inceptic Hapludox	148563,12	3,40	45,33
8	UMKe - Consociación Typic Dystrudepts	138208,26	3,16	48,49
9	UVDa - Asociación Fluventic Dystrudepts - Typic Fluvaquents	130859,11	3,00	51,49
10	UPHa - Asociación Typic Endoaquepts - Vertic Fluvaquents - Aquic Eutrudepts	130482,11	2,99	54,48
11	URGa - Asociación Oxyaquic Hapludults û Hydric Haplohemists	130242,08	2,98	57,46
12	ULBd - Asociación Oxíc Dystrudepts - Typic Dystrudepts	121691,97	2,79	60,24
13	ULAe - Asociación Typic Hapludults - Typic Dystrudepts	120572,04	2,76	63,00
14	UMJe - Asociación Typic Hapludults- Typic Dystrudepts	114182,02	2,61	65,62
15	UMCf - Asociación Humic Dystrudepts - Typic Eutrudepts	113813,42	2,61	68,22
16	UMEf - Asociación Andic Dystrudepts - Vitrandic Udorthents	94397,45	2,16	70,38
17	UVCa - Asociación Fluventic Dystrudepts - Typic Fluvaquents	93656,23	2,14	72,53
18	UMAg - Asociación Typic Dystrudepts- Typic Udorthents- Humic Dystrudepts	91407,34	2,09	74,62
19	ULDd - Asociación Oxíc Dystrudepts - Inceptic Hapludox	87471,59	2,00	76,62

Fuente: IGAC- INGEOMINAS, 2001, Tomo II Geomorfología

Ilustración 7, Tipos de Suelos Chocó

En la zona de estudio debido a la resistencia del material y presencia de gravas no posible obtener muestras inalteradas con el tubo de pared delgada “Shelby”

De cada sondeo se llevó un registro detallado de los materiales encontrados que incluyo:

- Nombre típico
- Color (Utilizando la cartilla de colores para suelos “Munsell”)
- Humedad
- Plasticidad
- Consistencia o densidad
- Presencia de materia orgánica
- Vetas o rastros de oxidación.
- Existencia y posición del nivel freático.

Cada muestra obtenida fue: clasificada, rotulada, adecuadamente empacada para conservar sus propiedades y enviada al laboratorio.

Cuando se tuvo contacto con gravas o bolos de gran tamaño el avance se efectuó mediante corona de diamante en diámetro NQ.



Fotografía 1 Maquina Petty – 54 ubicada en el sondeo 1



Fotografía 2 Muestra obtenida con corona de diamante NQ

Tabla 2 Relación de la profundidad y posición del nivel freático en la zona de estudio

Tipo de exploración	Sondeo N°	Profundidad	Nivel Freático
Sondeo	1	15.0 m	1.80 m.
Sondeo	2	15.0 m	0.80 m.
Sondeo	3	6.0 m	1.80 m
Sondeo	3	6.0 m	0.80 m

2.5.1. SONDEO No 1

INVESTIGACION DEL SUBSUELO		NORTE	ESTE	FECHA									
SONDEO		PROYECTO:											
HOJA 1 DE 2		LOCALIZACION											
1		Biblioteca											
2		Municipio de Lloro - Choco.											
PROF(m)	SIMBOLO	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	MUESTRA Y/D ENSAYO	TIPO	PROFUNDIDAD (m)			ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (140 lbs)			RPI Kg/cm ²	Recobro (Cm)	NUMERO DE GOLPES N POR PIE
					DE	A	6"	6"	6"				
0,0	0,00 0,25												
	0,25	Placa de concreto											
1,00		Aluvion compuesto por gravas semiredondeadaa con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arcilla arenosa color amarillo, cosistencia dura.	1	SPT	0,50	1,00	2	1	2		25		
			2	SPT	1,00	1,50	6	10	14		24		
1,8			3	SPT	1,50	2,00	10	12	12		32		
2,00			4	SPT	2,00	2,50	6	12	10		0		
3,00	2,80	Aluvion compuesto por gravas semiredondeadas con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arena grano fino a grueso con algo de arcilla color gris claro con vetas amarillas, cosistencia dura.	5	SPT	2,50	3,00	11	18	18		36		
			6	SPT	3,00	3,50	16	13	15		15		
4,00			7	SPT	3,50	4,00	6	10	12		26		
			8	SPT	4,00	4,50	15	8	18		0		
5,00			9	SPT	4,50	5,00	15	12	11		10		
			10	SPT	6,00	6,50	10	14	15		28		
6,00			11	SPT	7,50	8,00	13	24	16		26		
8,00			12	SPT	8,50	9,00	19	18	23		30		
9,00			13	SPT	9,00	9,50	24	22	22		27		
10,00	9,5												
Taladro : Petty - 54		Nivel Freático : 1,80 m .			SPT: Ensayo de penetracion estandar obteniendo muestra alterada. (SPLIT S								
Manual		Observaciones			SH: Muestra inalterada obtenida con tubo de pared delgada Shelby.								
Operador:					V TA: Ensayo de veleta de campo								
Mano Vargas					BNQ: Avance con corona NQ								

INVESTIGACION DEL SUBSUELO		NORTE		ESTE		FECHA				
SONDEO 1		PROYECTO: Teatro Cesar Conto		ESTE		08/12/2016				
HOJA 2 DE 2		LOCALIZACION: Municipio de Quibdo - Choco.								
PROF(m)	SIMBOLO	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	MUESTRA Y/O ENSAYO	TIPO	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (140 lbs)			RPI Kg/cm ²	Recobro [Cm]	NUMERO DE GOLPES N POR PIE
					DE	A	6"			
10,0	DE A									
9,50										
10,80		Arcilla algo arenosa color gris oscuro con presencia de material orgánico, plasticidad media, consistencia dura.	14	SPT	10,00	10,50	14	19	18	
11,00										
12,00										
13,00		Aluvion compuesto por gravas semiredondeadas con diámetros mayores a 3" en matriz de arena de grano media algo arcillosa color gris .	15	SPT	11,50	12,00	12	11	12	
14,00										
15,00										
16,00										
17,00										
18,00										
19,00										
20,00										
		Fin del sondeo a los 15,00 m								
Taladro : Petty -54		Nivel Freático : 1,80 m.			SPT: Ensayo de penetracion estandar obteniendo muestra alterada. (SPLIT S					
Manual		Observaciones			SH: Muestra inalterada obtenida con tubo de pared delgada Shelby.					
Operador:					VTA: Ensayo de veleta de campo					
Mario Vargas					BNQ: Avance con corona NQ					

2.5.2. SONDEO 2

Perfolaburg		INVESTIGACION DEL SUBSUELO		NORTE	ESTE	FECHA	09/12/2016			
SONDEO		2		PROYECTO:	Teatro Cesar Conto					
HOJA		1 DE 2		LOCALIZACION	Municipio de Quibdo - Choco.					
PROF(m)	SIMBOLO	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	MUESTRA YFO ENSAYO	TIPO	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (140 lbs)			RPI Kg/cm ²	Recobro (Cm)	NUMERO DE GOLPES N POR PIE
					DE	A	6"			
0,0	DE A									
0,00	0,50	Flaca de Concreto.								
0,8	0,50	Aluvion compuesto por gravas semiredondeadaa con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arcilla arenosa color amarillo, consistencia dura.	1	SPT	0,50	1,00	3	2	2	38
1,00			2	SPT	1,50	2,00	5	6	6	32
2,00			3	SPT	2,50	3,00	8	9	10	30
3,00			4	SPT	3,50	4,00	16	16	15	26
4,00			5	SPT	4,00	4,50	17	14	15	22
5,00	4,7	Aluvion compuesto por gravas semiredondeadas con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arena grano fino a grueso con algo de arcilla color gris claro con vetas amarillas, consistencia dura.	6	SPT	4,50	5,00	18	15	19	26
6,00			7	SPT	6,00	6,50	16	14	12	24
7,00			8	SPT	7,50	8,00	18	22	40	30
8,00			9	SPT	9,00	9,50	16	31	40	32
9,00										
10,00	10,0									
Taladro : Petty - 54		Nivel Freático : 0,80 m.			SPT: Ensayo de penetracion estandar obteniendo muestra alterada. (SPLIT S					
Manual		Observaciones			SH: Muestra inalterada obtenida con tubo de pared delgada Shelby.					
Operador:					VTA: Ensayo de veleta de campo					
Mario Vargas					ENQ: Avance con corona NQ					

2.5.3. SONDEO 3

Perfolaburg		INVESTIGACION DEL SUBSUELO			NORTE	ESTE	FECHA					
SONDEO		3			PROYECTO:		Teatro Cesar Conto					
HOJA		1 DE 1			LOCALIZACION		Municipio de Quibdo - Choco.					
PROF(m)	SIMBOLO	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	MUESTRA Y/O ENSAYO	TIPO	PROFUNDIDAD (m)		ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (140 lbs)			RPI Kg/cm ²	Recobro (Cm)	NUMERO DE GOLPES N POR PIE
					DE	A	6"	6"	6"			
0,00		Placa de concreto reforzado.										
0,30		Vacio.										
0,80												
1,20												
1,80			1	SPT	1,00	1,50	7	6	8		30	
2,40		Aluvion compuesto por gravas semiredondeadaa con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arcilla arenosa color amarillo, consistencia dura.	2	SPT	1,50	2,00	6	8	9		25	
3,00			3	SPT	2,50	3,00	7	4	4		25	
3,50												
3,60												
4,20			4	SPT	3,50	4,00	7	9	14		30	
4,80		Aluvion compuesto por gravas semiredondeadas con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arena grano fino a grueso con algo de arcilla color gris claro con vetas amarillas, consistencia dura.	5	SPT	4,50	5,00	14	10	7		20	
5,40												
6,00			6	SPT	5,50	6,00	7	8	7		30	
Taladro : Manual		Nivel Freático : 1,80 m.			SPT: Ensayo de penetracion estandar obteniendo muestra alterada. (SPLIT S							
Manual		Observaciones			SH: Muestra inalterada obtenida con tubo de pared delgada Shelby.							
Operador:					VTA: Ensayo de veleta de campo							
Mario Vargas					BNQ: Avance con corona NQ							

2.5.4. SONDEO 4

Perfolaburg		INVESTIGACION DEL SUBSUELO		NORTE		ESTE		FECHA		
SONDEO		4		PROYECTO:		Teatro Cesar Conto		09/12/2016		
HOJA		1 DE 1		LOCALIZACION		Municipio de Quibdo - Choco.				
PROF(m)	SIMBOLO	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	MUESTRA YFO ENSAYO	TIPO	ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (140 lbs)			RPI Kg/cm ²	Recorrido (Cm)	NUMERO DE GOLPES N POR PIE
					DE	A	6"			
0,0										
0,00										
0,50		Placa de concreto reforzado.								
0,60										
1,20			1	SPT	0,50	1,00	7	6	7	40
1,80										
2,40		Aluvion compuesto por gravas semiredondeadaa con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arcilla arenosa color amarillo, consistencia dura.	2	SPT	1,50	2,00	4	5	4	35
3,00			3	SPT	2,50	3,00	10	8	8	35
3,60										
4,20			4	SPT	3,50	4,00	10	14	16	32
4,80										
5,40		Aluvion compuesto por gravas semiredondeadas con diametros entre 1" y 3,5" en matriz de arena grano fino a grueso con algo de arcilla color gris claro con vetas amarillas, consistencia dura.	5	SPT	4,50	5,00	15	18	20	22
6,00			6	SPT	5,50	6,00	14	19	22	20
Taladro : Manual		Nivel Freático : 0,80 m.		SPT: Ensayo de penetracion estandar obteniendo muestra alterada. (SPLIT S						
Manual		Observaciones		SH: Muestra inalterada obtenida con tubo de pared delgada Shelby.						
Operador:				VTA: Ensayo de veleta de campo						
Mario Vargas				BNQ: Avance con corona NQ						

2.6. CORRELACIONES CON EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR

El avance en los sondeos se llevó a cabo con el ensayo de penetración estándar, SPT. El cual se consideró adecuado dado el carácter heterogéneo de los suelos encontrados y bajo la consideración que el muestreo inalterado en este tipo de suelos (principalmente arenosos) se dificulta. Asimismo, con el avance del ensayo se consiguen al unísono, muestras alteradas para clasificación, y un estimativo de la resistencia del material a partir de los cuales se pueden constatar los contactos litológicos. El ensayo se practicó con equipo manual y pesa de 140 lb.

Se utilizó la metodología propuesta por el Ingeniero Álvaro González¹, donde, en primera instancia se obtiene el ángulo de fricción interna del material por medio de la correlación con el SPT, propuesta por Kishida; posteriormente se determina el esfuerzo de corte en la falla (utilizando el criterio de falla de Mohr-Coulomb) dado esté ángulo (suponiendo un esfuerzo normal de falla igual al esfuerzo efectivo in-situ). Teniendo el total de los resultados (puntos de corte a diferentes esfuerzos normales) se puede determinar la línea de falla, obteniéndose así el ángulo de fricción efectivo y la cohesión efectiva del material. A continuación se enuncian los pasos realizados para obtener los parámetros de resistencia de los materiales:

- El número de golpes registrado en campo (N₄₅) fue normalizado con el objeto de tener en cuenta el confinamiento del material y la relación de energía promedio aplicada, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$N'_i = C_N * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

En donde:

N'_i : Número de golpes corregido para un determinado nivel de transmisión de energía i

C_N : Factor de ajuste para tener en cuenta el esfuerzo geostático, σ_v' , Se evaluó con base en la propuesta de Liao-Whitman.

η_1 : Factor de corrección por eficiencia de energía transmitida del martillo al varillaje y al toma muestras, Se obtiene como la relación entre las eficiencias medias de cada país así, para Japón la eficiencia es del 72%. Para USA del 60% y para Colombia del orden de 45%.

η_2 : Factor de corrección por longitud del varillaje.

η_3 : Factor de corrección por presencia de revestimiento, Debido a que no se utilizó revestimiento, el factor de corrección es 1,0.

η_4 : Factor de corrección por diámetro de la perforación, Los diámetros de las perforaciones fueron inferiores a 12 cm, por lo cual el factor de corrección es 1,0.

- Una vez obtenido el N₄₅ se calcula el valor del ángulo de fricción interna del material (ϕ) utilizando la correlación de Kishida:

$$\phi = 15 + \sqrt{20 \times N_{45}}$$

Siguiendo el criterio de falla de Mohr – Coulomb se procede a calcular el valor correspondiente al esfuerzo cortante suponiendo una cohesión de cero (suponiendo que el ϕ hallado anteriormente es el ángulo de fricción total)

- Se realiza una gráfica de esfuerzo normal efectivo Vs esfuerzo cortante obteniendo la correlación lineal de los valores de C' y ϕ'

¹ González, A. (1999). ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería de Colombia. SCI – SCG. Santafé de Bogotá D.C.

A continuación en la se presentan los resultados obtenidos para los materiales de la zona de estudio.

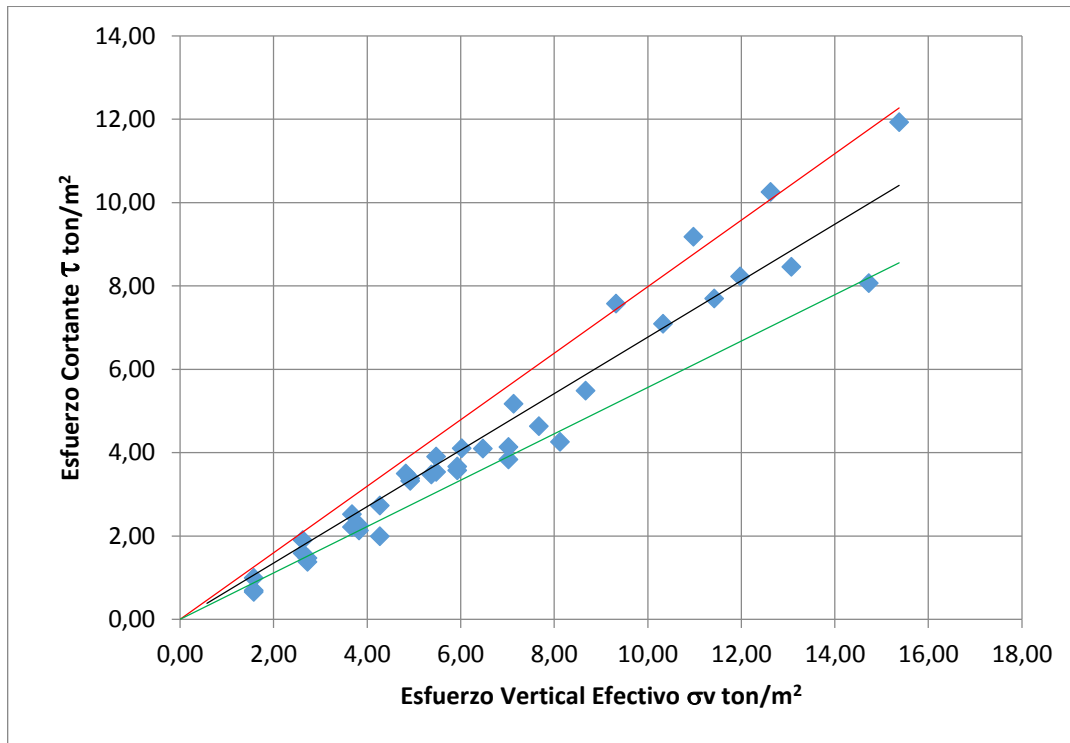



Figura 1 Cálculo de parámetros con el spt.

Tabla 3 Valores de resistencia obtenidos a partir de correlaciones con el SPT.

Estrato	ϕ°	C kN/m^2
Aluvión	34.1°	0 kN/m^2

2.7. CÁLCULO DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA

 CALCULO DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA CON EL ENSAYO SPT ESTUDIOS GEOTECNICOS BIBLIOTECA - LLORO CHOCO.																		
MUESTRA	UNIDAD	PROFUNDIDAD		γ ton/m ³	Nivel Freático (m)	RESULTADOS DEL ENSAYO			σ_v ton/m ²	μ ton/m ²	σ'_v ton/m ²	$C_n = (P_s/s'v)$	f_{1z}	f_{2z}	N_{45}	ϕ	τ ton/m ² (c=0)	
		DE	HASTA			N1	N2	N3										
S1-M1	Aluvion	0,50	1,00	2,100	1,80	2	1	2	3	1,58	0,00	1,58	2,52	0,64	0,75	3	22,75	0,66
S1-M2	Aluvion	1,00	1,50	2,100	1,80	6	10	14	24	2,63	0,00	2,63	1,95	0,64	0,75	22	35,98	1,91
S1-M3	Aluvion	1,50	2,00	2,100	1,80	10	12	12	24	3,68	0,00	3,68	1,65	0,64	0,75	19	34,49	2,53
S1-M4	Aluvion	2,00	2,50	2,100	1,80	6	12	10	22	4,73	0,45	4,28	1,45	0,64	0,75	15	32,57	2,73
S1-M5	Aluvion	2,50	3,00	2,100	1,80	11	18	18	36	5,78	0,95	4,83	1,32	0,64	0,75	22	35,98	3,50
S1-M6	Aluvion	3,00	3,50	2,100	1,80	16	13	15	28	6,83	1,45	5,38	1,21	0,64	0,75	16	32,89	3,48
S1-M7	Aluvion	3,50	4,00	2,100	1,80	6	10	12	22	7,88	1,95	5,93	1,13	0,64	0,85	13	31,12	3,58
S1-M8	Aluvion	4,00	4,50	2,100	1,80	15	8	18	26	8,93	2,45	6,48	1,06	0,64	0,85	15	32,32	4,10
S1-M9	Aluvion	4,50	5,00	2,100	1,80	15	12	11	23	9,98	2,95	7,03	1,00	0,64	0,85	12	30,49	4,14
S1-M10	Aluvion	6,00	6,50	2,100	1,80	10	14	15	29	13,13	4,45	8,68	0,87	0,64	0,95	15	32,32	5,49
S1-M11	Aluvion	7,50	8,00	2,100	1,80	13	24	16	40	16,28	5,95	10,33	0,78	0,64	0,95	19	34,49	7,09
S1-M12	Aluvion	8,50	9,00	2,100	1,80	19	18	23	41	18,38	6,95	11,43	0,74	0,64	0,95	18	33,97	7,70
S1-M13	Aluvion	9,00	9,50	2,100	1,80	24	22	22	44	19,43	7,45	11,98	0,72	0,64	0,95	19	34,49	8,23
S1-M14	Aluvion	10,00	10,50	2,100	1,80	14	19	18	37	21,53	8,45	13,08	0,68	0,64	1	16	32,89	8,45
S1-M15	Aluvion	11,50	12,00	2,100	1,80	12	11	12	23	24,68	9,95	14,73	0,64	0,64	1	9	28,72	8,07
S2-M1	Aluvion	0,50	1,00	2,100	0,80	3	2	2	4	1,58	0,00	1,58	2,52	0,64	0,75	4	23,94	0,70
S2-M2	Aluvion	1,50	2,00	2,100	0,80	5	6	6	12	3,68	0,95	2,73	1,65	0,64	0,75	9	28,42	1,47
S2-M3	Aluvion	2,50	3,00	2,100	0,80	8	9	10	19	5,78	1,95	3,83	1,32	0,64	0,75	12	30,49	2,25
S2-M4	Aluvion	3,50	4,00	2,100	0,80	16	16	15	31	7,88	2,95	4,93	1,13	0,64	0,85	19	34,49	3,38
S2-M5	Aluvion	4,00	4,50	2,100	0,80	17	14	15	29	8,93	3,45	5,48	1,06	0,64	0,85	16	32,89	3,54
S2-M6	Aluvion	4,50	5,00	2,100	0,80	18	15	19	34	9,98	3,95	6,03	1,00	0,64	0,85	19	34,29	4,11
S2-M7	Aluvion	6,00	6,50	2,100	0,80	16	14	12	26	13,13	5,45	7,68	0,87	0,64	0,95	13	31,12	4,63
S2-M8	Aluvion	7,50	8,00	2,100	0,80	18	22	40	62	16,28	6,95	9,33	0,78	0,64	0,95	29	39,08	7,57
S2-M9	Aluvion	9,00	9,50	2,100	0,80	16	31	40	71	19,43	8,45	10,98	0,72	0,64	0,95	31	39,90	9,18
S2-M10	Aluvion	10,50	11,00	2,100	0,80	24	18	50	68	22,58	9,95	12,63	0,67	0,64	1	29	39,08	10,25
S2-M12	Aluvion	0,50	1,00	1,900	1,20	4	3	4	7	1,43	0,00	1,43	2,65	0,64	0,75	8	27,65	0,75
S2-M13	Aluvion	1,50	2,00	1,900	1,20	4	6	6	12	3,33	0,55	2,78	1,73	0,64	0,75	10	29,14	1,55
S2-M14	Aluvion	2,50	3,00	1,900	1,20	5	4	4	8	5,23	1,55	3,68	1,38	0,64	0,75	5	25,00	1,71
S2-M15	Aluvion	3,50	4,00	1,900	1,20	7	8	6	14	7,13	2,55	4,58	1,18	0,64	0,85	9	28,42	2,48
S3-M5	Arcillas	4,50	5,00	1,900	1,20	8	9	8	17	9,03	3,55	5,48	1,05	0,64	0,85	9	28,42	2,96
S1-M4	Arenas	3,50	4,00	1,900	1,20	7	12	10	22	7,13	2,55	4,58	1,18	0,64	0,85	14	31,88	2,85
S1-M5	Arcillas	4,50	5,00	1,900	1,20	5	4	5	9	9,03	3,55	5,48	1,05	0,64	0,85	5	25,00	2,55
S1-M6	Arcillas	5,50	6,00	1,900	1,20	7	7	7	14	10,93	4,55	6,38	0,96	0,64	0,95	8	27,65	3,34
S2-M1	Arenas	0,50	1,00	1,900	1,20	4	4	4	8	1,43	0,00	1,43	2,65	0,64	0,75	10	29,14	0,79
S2-M2	Arenas	1,50	2,00	1,900	1,20	10	17	11	28	3,33	0,55	2,78	1,73	0,64	0,75	23	36,45	2,05
S3-M1	Arenas	0,50	1,00	1,900	1,20	4	3	4	7	1,43	0,00	1,43	2,65	0,64	0,75	8	27,65	0,75
S3-M2	Arenas	1,50	2,00	1,900	1,20	4	6	6	12	3,33	0,55	2,78	1,73	0,64	0,75	10	29,14	1,55
S3-M3	Arenas	2,50	3,00	1,900	1,20	5	4	4	8	5,23	1,55	3,68	1,38	0,64	0,75	5	25,00	1,71
S3-M4	Arenas	3,50	4,00	1,900	1,20	7	8	6	14	7,13	2,55	4,58	1,18	0,64	0,85	9	28,42	2,48
S3-M5	Arcillas	4,50	5,00	1,900	1,20	8	9	8	17	9,03	3,55	5,48	1,05	0,64	0,85	9	28,42	2,96
S1-M7	Arcillas	5,50	6,00	1,800	1,20	11	9	9	18	10,35	4,55	5,80	0,98	0,64	0,95	10	29,14	3,23