

Preparatory Survey on the Project for Improvement of Waste Management
in Juba, the Republic of South Sudan

Minutes of the Meeting with Juba County and Rejaf Payam

Memorandum of Understanding (MOU)

14.04.2021

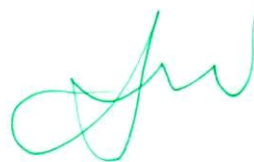
Agenda:

1. Operation and Maintenance Cost of Heavy Equipment of Juba Controlled Dumping Site (JCDS)
2. Operation of Juba Controlled Dumping Site

Discussion Point:

The meeting was conducted between the Executive Director of Juba County, the Director of Rejaf Payam and the National staff team leader of JICA Survey team. It came out with the following resolutions:

1. Rejaf Payam has the obligation and responsibility to secure and bear all the expenses for maintenance and operation (O&M) of heavy equipment and the salary for all heavy equipment operators and dumping site workers, including weekly allowances, by collecting disposal fee at Juba Controlled Dumping Site.
2. Heavy equipment for JCDS operation will be provided in 2023 by Government of Japan, Rejaf Payam has the responsibility to secure enough budget for all the expenses for O&M of heavy equipment and human resources by the arrival of heavy equipment. Rejaf Payam will hire new staff which will allocate in their new position. If Rejaf Payam is not able to secure the budget for the expenses, Juba County shall assist Rejaf Payam financially (Refer to Attachment-1&-2).
3. Rejaf Payam will open new bank account to manage their finance for solid waste management in Rejaf Payam apart from the general account.
4. Rejaf Payam will be provided maintenance and repair services by JCC Workshop. Rejaf Payam will pay the maintenance and repair cost of heavy equipment including supply of spare parts to Workshop of Juba City Council.



5. Rejaf Payam has the obligation and responsibility to operate Juba Controlled Dumping Site. After receiving final disposal site management equipment, Rejaf Payam shall maintain in a state for dumping waste at Juba Controlled Dumping Site.
6. Rejaf Payam shall manage the situation of the access road to Juba Controlled Dumping Site in order to let waste collection vehicles reach to Juba Controlled Dumping Site.
7. Juba County and Rejaf Payam shall obtain the approval of the Ministry of Environment and Forestry regarding Environmental Audit before the detailed design and construction supervision for the Grant Aid Project starts (planned around October, 2021).
8. Juba County shall issue the Land Certificates of Juba Controlled Dumping Site before the detailed design and construction supervision for the Grant Aid Project starts (planned around October, 2021).
9. Juba County shall support Rejaf Payam for the operation of Juba Controlled Dumping Site and related activities listed above.

Masahiro Saito
Deputy Team Leader of JICA survey team

Signature



Alex Mathi
Executive Director, Juba County

Signature



Joseph Loro
Director, Rejaf Payam

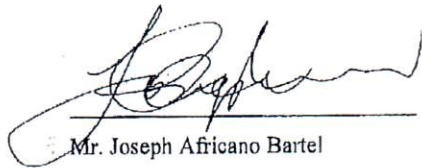
Signature



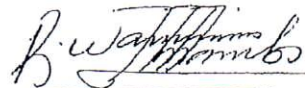
**Technical Note
on
the Preparatory Survey for the Project
for
Improving Solid Waste Management in Juba in South Sudan**

Since March 2020, the Yachiyo Engineering Co., Ltd. (hereinafter referred to as "the Consultant") with the national staff conducted the Preparatory Survey for the Project for Improving Solid Waste Management in Juba in South Sudan (hereinafter referred to as "the Project"). The Consultant discussed with the executing agency for the Project who are the Juba City Council (hereinafter referred to as "JCC") and Rejaf Payam, and the both sides have confirmed the main items described in the attached sheets of this Technical Note (hereinafter referred to as "the T/N") on 23rd November, 2020 which will be referred to in the Minutes of Discussions of the Project.

Juba, 23rd November, 2020



Mr. Joseph Africano Bartel
Under Secretary
Ministry of Environment and Forestry
The Republic of South Sudan



Mr. Richard Wani Philip
Deputy Director of Administration
and Finance
Ministry of Finance, Central
Equatoria State
The Republic of South Sudan



Mr. Martin Simon Wani
Acting Chief Executive Officer
Juba City Council
The Republic of South Sudan



Mr. Naoyuki Minami
Chief Consultant
Consultant (JICA Survey Team)
Yachiyo Engineering Co., Ltd.



JCC will install outside lighting system of parking area for vehicles and equipment for the Project by itself if necessary.

4) **Standby generator**

Power sometimes goes off for one hour from morning to evening. There are frequent cut off. Some of area in Juba are not connected. Transformers usually put off when conducting new connection. If feeder (power controller) is closed that area supported by the feeder becomes dark.

JCC requested for a standby generator in new workshop due to frequent power off. The Consultant will consider and propose a design and estimation of a standby generator.

5) **Transformer**

JCC explained to the Consultant that there is no need for a transformer in the new workshop due to distance (less than 500 m) with no voltage fluctuation.

6) **Electrical power line**

JCC shall provide power cable (low voltage 230/415 V) and connect between "switching board in existing facilities" and "switching board in new workshop" by himself at the implementation stage for the Project. JCC will install watt meter by itself if necessary.

7) **Water supply line**

JCC shall provide new connection point with valve from existing water supply line for new workshop by himself at the implementation stage for the Project. JCC will install water meter by itself if necessary.

8) **Telecommunication network system**

JCC shall will arrange Telecommunication network system for new workshop if necessary by himself after the implementation stage for the Project.

9) **General furniture**

JCC shall provide "general furniture" such as office work desks, meeting tables, chairs, book shelves, curtains with rails and other necessary items needed shall by itself at the implementation stage for the Project.

10) **Boundary fence around new work shop**

JCC shall provide boundary fence around new work shop by himself at the implementation stage for the Project.

6. **Operation and Maintenance Plan**

1) **Staff and Workers**

JCC shall secure sufficient workers for the new equipment and facility by hiring new staff and/or allocating existing staff for the position.



Table-3. The number of staff in 2023

Position	Staff (2023)		
	JCC-DBS	Block	Rejaf Payam
Driver	18	18	-
Collection Worker	40	38	-
Mechanic	6	-	-
Assistant Mechanic	3	-	-
Heavy Equipment Operator	-	-	3
Landfill Worker	-	-	9

2) Salary Payment

As of 2020, the Ministry of Finance, Central Equatoria State has paid the salaries for the part of staff and workers on Solid Waste Management. The Ministry shall secure and bear the expenses continuing from the current situation.

3) Use of Bank Account

The Department of Environment and Sanitation of JCC and Rejaf Payam have the specialized bank accounts for solid waste management. In order to clarify the flow of revenue and expenditure, all payments shall be made and all fee collected regarding solid waste management shall be deposited with the bank accounts.

7. Soft Component of the Project

1) Necessity of the soft component

The Consultant explained the outline of the soft component, and JCC confirmed the necessity of the soft component.

2) Implementation site of the soft component

The Consultant explained that the location of Juba Controlled Dumping Site is designated at level-4 (no Japanese allows to enter into the areas) under the Japanese security policy, and unless the security level changes, the soft component shall be implemented at New Workshop. JCC agreed with the implementation site, and confirmed the following project conditions and obligation:

- Location of handover of the equipment for landfilling (especially a bulldozer and a backhoe loader) shall be designated at New Workshop.
- JCC shall provide parking spaces for the bulldozer and the backhoe loader at New Workshop during the soft component.
- JCC shall arrange necessary transportation of trainees of the soft component from JCC, each block and Rejaf Payam.

資料 5 ソフトコンポーネント計画書

南スーダン国
ジュバ廃棄物管理改善計画
準備調査

ソフトコンポーネント計画書

2021年3月

八千代エンジニアリング株式会社

1. ソフトコンポーネントを計画する背景

(1) 背景

南スーダン共和国（以下、「南スーダン」）は2011年に独立を果たしたが、長期にわたる武力衝突の影響で、教育や公衆衛生、水供給などの基本的な社会サービスや、道路、電力、通信等のインフラ整備において様々な問題を抱えている。廃棄物管理においても例外ではなく、廃棄物収集車両や最終処分場運営機材などのハード面の能力不足は顕著であり、未収集ごみの散乱や不法投棄による衛生環境悪化が課題となっている。更に、今後の経済発展に伴う廃棄物量の増加を鑑みると、現状では適切な廃棄物管理事業を実施することは難しく、廃棄物管理システムの整備・改善が急務となっている。

南スーダンの首都・ジュバ市においては、ジュバ市役所環境衛生局（Department of Environment and Sanitation, Juba City Council、以下、「DES-JCC」）を中心に廃棄物管理事業を実施しており、市内の収集運搬を行っている。収集した廃棄物はジュバ市に隣接するレジャフパヤムによって運営管理されているジュバ最終処分場へ搬入される。DES-JCCが2012年に購入した中古コンパクターは購入時点から整備状態が悪く、油圧やブレーキの不調、スタビライザーの破損、電気系統の故障、エンジンや燃料ポンプの不具合などの複数の故障が重なり、修理が困難な状況である。そのため、現在はほぼ全ての車体が稼働しておらず、ダンプトラックやトラクターによる非効率な収集が行われている。また、レジャフパヤムでは2013年にJICA「ジュバ廃棄物管理能力強化プロジェクト」によって整備されたブルドーザーが過去度重なる武力衝突によって被害を受けたまま長期間放置されており、複数箇所において故障が見受けられたため故障原因が特定できないため、結果的に修繕には至らなかった。

以上のように、DES-JCC及びレジャフパヤムともに、廃棄物収集車両及び最終処分場運営機材のメンテナンス能力を十分に具備しているとは言えず、新規車両を導入するにあたり、全調達機材を総合的に維持管理する体制構築が不可欠である。また、本事業では市内の3つの行政区画であるブロック（区役所）が収集を行うが、コンパクターによる収集運搬は初めての導入であり、収集作業時の作業員の巻き込み事故や大型コンテナ使用の作業時事故などの予防措置が重要である。

このような状況を踏まえ、ソフトコンポーネントでは新設する車両整備ワークショップを活用した「予防保全」の徹底を目的とし、ジュバ市及びレジャフパヤムの機材維持管理能力の強化に必要な技術的支援を行う。なお、本体事業と並行して、ジュバ市の廃棄物管理体制構築支援を想定した技術協力プロジェクトの実施が予定されていることから、ソフトコンポーネントは技術協力プロジェクトとの整合性を保ち、補完する役割を担う。

(2) 本体事業の概要

「南スーダン国ジュバ廃棄物管理改善計画」は廃棄物収集車両調達を中心とした機材案件であり、ジュバ市の廃棄物管理改善に係る、①廃棄物収集車両の調達（コンパクター、コンテナキャリア、ダンプトラック）、②レジャフパヤム管轄の最終処分場運営機材の調達（重機：ブルドーザー及びバックホウローダー、車両：ダンプトラック）、③車両整備ワークショップの建設、④調達機材の維持管理のための整備機材及びスペアパーツの調達で構成されている。

(3) 課題の認識とソフトコンポーネント

1) 機材の維持管理能力の強化

ジュバ市における現状の廃棄物管理能力、将来必要な廃棄物収集車両の計画台数及び運営・維持管理計画を表1に、レジャフパヤムにおける現状の廃棄物管理能力、将来必要な最終処分場運営機材の計画台数及び運営・維持管理計画を表2に示す。ジュバ市では、既存の車両整備ワークショップは主に車両ガレージ（車庫）として機能しており、簡易な修理設備が隣接しているが、修理能力は高くない。レジャフパヤム管轄のジュバ最終処分場は、最終処分場運営機材の維持管理用施設及び整備機材を有していない。また、ジュバ市及びレジャフパヤムでは、車両や重機の維持管理の方法や手順が組織内で定められておらず、運転手や重機オペレーターは大きな故障が発生するまで車両及び重機を稼働させてしまう傾向にある。車両整備ワークショップでは重度の故障を修理できないため、交換部品の調達や

修理に時間を要し、そのまま修理ができずに車両や重機が放棄されるといった問題が発生している。また、修理用部品が台帳に記録されておらず、計画的な部品調達が実施されていないことも課題である。

このような状況を踏まえ、ソフトコンポーネントでは、DES-JCC 及びレジャフパヤムの維持管理能力の強化に必要な技術的支援を行う。車両及び重機の維持管理方針として、車両及び重機が不具合を起す前に整備する「予防保全」を基本とする。

図 1 に示すとおり、本事業で調達される廃棄物収集車両は DES-JCC の所有となるが、家庭ごみ収集に必要な機材を DES-JCC からブロックに貸し出す。DES-JCC はブロックに貸与する家庭ごみ収集車両の整備及び更新を含めて機材整備の責任を負う。ブロックは家庭ごみ料金徴収によって車両の運営・維持管理費を確保し、車両の定期点検及び修理に要する実費（車両メンテナンス料）を DES-JCC に対して支払う。この貸与関係による DES-JCC の収益（レンタル事業利益）の発生は見込んでいない。DES-JCC は市場ごみ及び商業ごみ収集を担当し、ブロックは家庭ごみ収集を担当することから、廃棄物収集車両の日常点検は DES-JCC 及びブロックの運転手がそれぞれ実施する。廃棄物収集車両の定期点検及びフィルター・オイル等の消耗品交換やタイヤ等の部品交換のような簡易的な修理はジュバ市車両整備ワークショップが行い、オーバーホールを伴うような大規模な修理は民間の車両整備ワークショップが実施する。最終処分場運営機材（重機）はレジャフパヤムの所有であり、日常点検はレジャフパヤム管轄の最終処分場重機駐車場にて重機オペレーターが行う。レジャフパヤムの修理能力不足を補完するため、重機の定期点検や簡易な修理は DES-JCC の車両整備ワークショップの整備士が実施し、大きな修理は民間業者の活用を想定している。

表 1 DES-JCC 及びブロックの廃棄物収集車両台数、運営・維持管理状況及び将来の整備計画

対象地域	管理組織	2023 年の 車両台数（推計）	車両ガレージ（車庫）	車両整備ワークショップ	将来の車両運営・整備計画 （役割分担）	
					車両所有・整備	運営・日常点検
ジュバ市	DES-JCC	既存：3 新規：15	有	有（簡易な修理のみ）	DES-JCC	DES-JCC
	ジュバブロック	既存：0 新規：6*	無 （計画中）	無		ジュバブロック
	ムヌキブロック	既存：0 新規：8*	無 （計画中）	無		ムヌキブロック
	カートルブロック	既存：0 新規：5*	無 （計画中）	無		カートルブロック

* DES-JCC の所有する車両をブロックに貸し出す。車両は各ブロック内の駐車場に配置を計画中である。

表 2 プロジェクト対象地域の最終処分場運営機材台数、運営・維持管理状況及び将来の整備計画

対象地域	2023 年の重機台数 （推計）	処分場の状況	重機の 利用状況	将来の重機整備計画
レジャフパヤム	既存：0 新：3	有・オープンダンピング	なし	計画：レジャフパヤム環境衛生局*1 実施：レジャフパヤム環境衛生局

*1 レジャフパヤムは環境衛生局の新設を申請中。

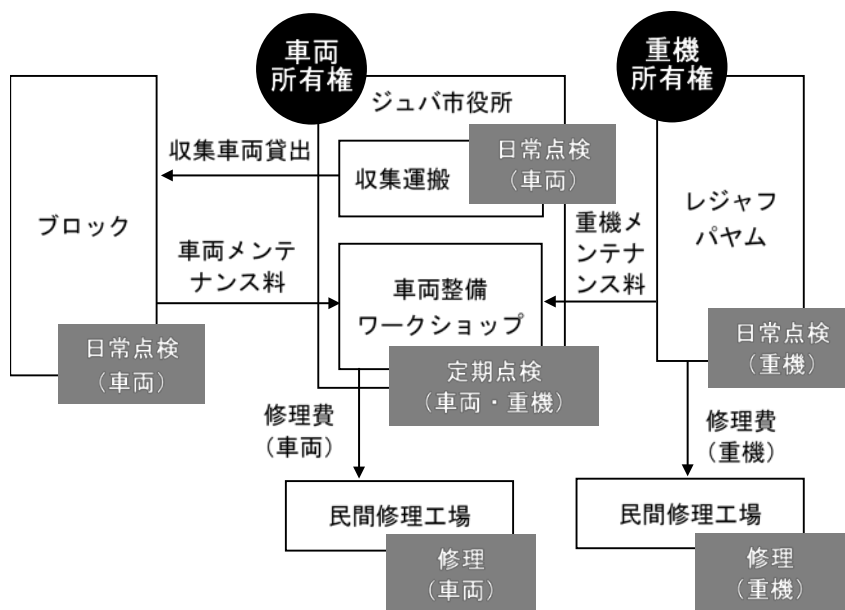


図 1 予防保全の実施体制

なお、本プロジェクトで調達する機材の運営・維持管理体制を表3及び表4に示す。また、必要となる運営・維持管理費を表5に示す（運営・維持管理費の算出根拠は補足資料参照）。機材調達に伴い不足する人員や予算は、州財務省及び各実施機関（DES-JCC、各ブロック及びレジャフパヤム）の責任の下で確保されることを、2020年12月10日署名の協議議事録（M/D）にて先方と合意している。

表3 プロジェクト対象地域の廃棄物収集車両運営・維持管理体制（2020年及び2023年）

項目	役職	DES-JCC		ブロック (ジュバ、ムヌキ、カトール)	
		2020	2023	2020	2023
管理	部長（マネージャー）	1	1	3	3
収集運搬・清掃	現場監督職員	8	8	8	8
	運転手（収集運搬）	10	18	0	19
	収集作業員	52	60	0	58
車両整備	整備士長（メカニック）	1	1		
	整備士（メカニック）	2	6		
	整備士アシスタント	1	3		
その他	事務員	1	1		
合計		76	98	11	88

出典：調査団

表4 プロジェクト対象地域の最終処分場運営機材運営・維持管理体制（2020年及び2023年）

項目	役職	レジャフパヤム	
		2020	2023
管理	部長（マネージャー）	1	1
最終処分場	現場監督職員	1	1
	重機オペレーター	1	2
	運転手	0	1
	作業員	2	6
その他	事務員	3	3
合計		8	14

出典：調査団

表 5 対象となる実施機関において想定される廃棄物管理にかかる運営・維持管理費

(単位：千 SSP)

地域	項目		2020年 運営・維持管理費 (基準値)	2025年 運営・維持管理費 (支出予測)
DES-JCC	収集運搬	人件費	26,854	29,507
		燃料費	12,593	35,979
		その他（ごみ処分料金、消耗品費、諸経費）	18,383	35,064
		小計	57,830	100,550
	車両整備 ワークショップ	人件費	1,490	3,079
		修理・維持管理費（外部委託費用を含む）	3,262	15,059
		ユーティリティ費	475	1,814
		諸経費	48	181
	小計	5,275	20,133	
	その他（行政広報費、一般管理費等）		9,357	15,115
合計		72,462	135,798	
ジュバ ブロック	収集運搬	人件費	412	4,035
		燃料費	0	11,262
		その他（ごみ処分料金、修理・維持管理費、諸経費）	0	15,025
		小計	412	30,322
	その他（行政広報費、一般管理費等）		72	4,540
合計		484	34,862	
ムヌキ ブロック	収集運搬	人件費	419	4,102
		燃料費	0	11,449
		その他（ごみ処分料金、修理・維持管理費、諸経費）	0	15,276
		小計	419	30,827
	その他（行政広報費、一般管理費等）		73	4,616
合計		492	35,443	
カートルブ ロック	収集運搬	人件費	321	3,142
		燃料費	0	8,770
		その他（ごみ処分料金、修理・維持管理費、諸経費）	0	11,702
		小計	321	23,614
	その他（行政広報費、一般管理費等）		56	3,536
合計		377	27,150	
レジャフパ ヤム	最終処分	人件費	2,294	2,927
		燃料費	9,215	27,356
		その他（運営費、維持管理費、諸経費）	1,053	4,900
		小計	12,561	35,183
	一般管理費		1,256	3,518
合計		13,817	38,701	

出典：調査団

2) 労働安全衛生

本プロジェクトで調達する機材により、収集作業時の作業員の巻き込み事故や大型コンテナ使用の

作業時事故、処分場における車両及び重機とウェストピッカーの接触事故など重大事故につながる要因が多数存在するため、運転手・重機オペレーター・作業員等への安全指導を行う。車両特性の違いや事故事例などを具体的に説明しつつ、労働安全衛生に対する意識の向上に努めることが肝要である。合わせて、手袋やマスクなどの安全具の着用、作業前後の衛生指導、事故発生時の対応と補償などを規定したマニュアルの作成支援を行う。

2. ソフトコンポーネントの目標

(1) 目標

本プロジェクトは、地域住民へ廃棄物管理サービスが適切に提供されることを目標としている。ソフトコンポーネントは、本プロジェクトで整備する機材及び施設の円滑な導入及び長期間にわたり適正に運営・維持管理するための支援を技術協力プロジェクトとの連携により行うこととし、ソフトコンポーネントの具体的活動においては予防保全、保守・点検等を主眼とする。これによりジュバ市及びレジャフパヤムにおける廃棄物管理能力を向上させて、効率的な廃棄物収集サービス、安全な埋立処分の実施を実現し、協力成果の持続性を確保することを目的とする。

(2) 初期操作指導、ソフトコンポーネント及び技術協力プロジェクトの整合性の確保

本プロジェクトで整備する機材及び施設の適切な運用・維持管理を行うために必要な技術指導の実施にあたっては、初期操作指導及び今後採択予定の技術協力プロジェクトとの整合性及び補完関係に留意する。

初期操作指導の活動内容は表6の通りである。初期操作指導は一般的に膨大なマニュアルに基づき、運転操作指導や日常・定期点検を主体とした運用指導を座学を含む短期間（1週間程度）の研修によって実施する。そのため、ソフトコンポーネントでは初期操作指導のフォローアップを含めて、実技を中心とした研修により技能の向上及び定着を目指す。また、初期操作指導に含まれない修理技能研修や労働安全衛生指導などの機材運営・維持管理に必要な指導を行う。「7.ソフトコンポーネントの実施工程」にて後述のように、初期操作指導は現地に機材到着後、最終引渡し前に実施するものである。ソフトコンポーネントは、機材引渡し直後に実施することを計画している。

初期操作指導・ソフトコンポーネント・技術協力プロジェクトにおいて想定される運営・維持管理に係る活動の一覧を表7に示す。技術協力プロジェクトでは、ソフトコンポーネント実施前準備として、無償機材（車両及び重機）を用いた収集・処分計画策定や新車両整備ワークショップでの維持管理体制及び監督体制構築の支援を優先的に実施することを想定している。また、ソフトコンポーネント実施後の成果発現に向けて、整備士内部講習制度の導入や将来の機材更新に備えた事業財務管理計画の強化、更新廃棄物管理計画の実施支援等の継続支援が想定される。ただし、技術協力プロジェクトによる支援内容は、現在公募中の「南スーダン国ジュバ市きれいな街プロジェクト基本計画策定調査（評価分析）」及び詳細計画策定調査にて決定予定であり、実際の活動内容はこの限りではない。

表6 初期操作指導の活動内容

対象機種	
廃棄物収集車両	① 運転手を中心とした車両の運転・操作指導 ② 運転手及び整備士を対象とした日常・定期点検指導、消耗品・スペアパーツ交換に係る運用指導
最終処分場運営機材	① 保守サービス概要、エンジンオイル及び給油システム概要、エンジン冷却システム概要 ② フィルタ交換、オイル洗浄度管理 ③ 基本トラブルシューティング、構成部品内容・設置箇所 ④ 定期点検項目・方法、日常点検項目・方法 ⑤ 操作性の機能構成、操作・運転方法
整備機材	① 整備機材の概要・構成説明・維持管理方法指導 ② 整備機材の操作指導 ③ 消耗品交換・トラブルシューティング指導

表7 初期操作指導・ソフトコンポーネント・技プロにおいて想定される維持管理に係る活動

指導内容	支援スキーム (実施時期)	初期操作指導 (機材引渡前)	ソフト コンポーネント (機材引渡後)	技術協力 プロジェクト (機材引渡前・後)
車両の運転・操作指導（修理技能研修を除く）		●		
重機の運転・操作指導（修理技能研修を除く）		●		
予防保全技術指導			●	
車両及び重機故障時対応指導（修理技能研修を含む）			● (座学+実技)	
スペアパーツ・消耗品の保管・管理指導			●	
労働安全衛生の徹底指導			●	
車両及び重機の計画・運用支援*				●

* 技術協力プロジェクトでは、ソフトコンポーネント実施前準備として、無償機材（車両及び重機）を用いた収集・処分計画策定や新車両整備ワークショップでの維持管理体制及び監督体制構築の支援を優先的に実施することを想定している。また、ソフトコンポーネント実施後の成果発現に向けて、整備士内部講習制度の導入や将来の機材更新に備えた事業財務管理計画の強化、更新廃棄物管理計画の実施支援等の継続支援が想定される。ただし、技術協力プロジェクトによる支援内容は、現在公募中の「南スーダン国ジュバ市きれいな街プロジェクト基本計画策定調査（評価分析）」及び詳細計画策定調査にて決定予定であり、実際の活動内容はこの限りではない。

3. ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントで達成すべき成果は、以下4項目である。

- 成果① 廃棄物管理従事者が予防保全技術を習得する。
- 成果② 車両整備ワークショップの整備士が車両及び重機故障時の対応手順及び修理技術を習得する。また、処分場監督職員が最終処分場運営機材故障時の対応手順及び委託管理を習得する。
- 成果③ 車両整備ワークショップ及びシュバ最終処分場におけるスペアパーツ・消耗品の保管・管理体制が整う。
- 成果④ 廃棄物管理従事者が労働安全衛生の知識を習得する。

4. 成果達成度の確認方法

成果達成度を確認するための指標とその測定方法は表8のとおりである。

表8 成果達成度の確認方法

成 果	指 標	測定方法
【成果①】 廃棄物管理従事者が予防保全技術を習得する。	1. 調達機材（車両、重機及び整備機材）の予防保全技術をとりとめた文書はあるか。	・ 予防保全指導書
	2. DES-JCC 及びブロックの廃棄物収集車両の運転手（又はその監督者）は「日常点検表」に基づき的確に車両の点検ができるか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研理解度確認テスト (合格基準 80%)
	3. レジャフパヤムの最終処分場運営機材の運転手及び重機オペレーター（又はその監督者）は「日常点検表」に基づき的確に機材の点検ができるか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研理解度確認テスト (合格基準 80%)
	4. 車両整備ワークショップの規模、能力に応じて、調達機材の「定期点検予定表」は整備されているか。	・ 予防保全指導書（定期点検予定表を含む）
	5. 車両整備ワークショップの整備士（又はその監督者）は「定期点検表」に基づき的確に調達機材の点検作業ができるか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研理解度確認テスト (合格基準 80%)
	6. レジャフパヤムの処分場監督職員は、「定期点検表」に基づき、適確に最終処分場運営機材点検の委託管理ができるか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研理解度確認テスト (合格基準 80%)
【成果②】	1. 廃棄物収集車両及び最終処分場運営機材の故障時対応の手順をとりとめた文書はあるか。	・ 故障時対応指導書

成 果	指 標	測定方法
車両整備ワークショップの整備士が車両及び重機故障時の対応手順及び修理技術を習得する。また、処分場監督職員が最終処分場運営機材故障時の対応手順及び委託管理を習得する。	2. 車両整備ワークショップの規模、能力及び故障・不具合の程度に応じて車両及び重機故障時の対応手順が整理され、ジョブカードの使用手順が車両整備ワークショップ整備士及び処分場監督職員等の関係者に周知されているか。	・ 故障時対応指導書（ジョブカードを含む） ・ セミナー・研修記録
	3. データ管理システム（車両台帳や修理記録等の記録簿）は整備されているか。	・ 故障時対応指導書 ・ 車両及び重機台帳及び修理記録簿
	4. 車両整備ワークショップの整備士は「故障時対応指導書」に基づき的確に車両及び重機の修理作業ができるか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研修理解度確認テスト（合格基準 80 %）
	5. レジャフパヤムの処分場監督職員は「故障時対応指導書」に基づき的確に最終処分場運営機材の修理委託管理ができるか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研修理解度確認テスト（合格基準 80 %）
	【成果③】 車両整備ワークショップ及びシュバ最終処分場におけるスペアパーツ・消耗品の保管・管理体制が整う。	1. スペアパーツ・消耗品の保管・管理台帳（指導書）は整備されているか。 2. スペアパーツ・消耗品の保管・管理台帳に基づく管理方法が記録作業員、事務員及び調達担当職員等の関係者に周知されているか。
【成果④】 廃棄物管理従事者が労働安全衛生の知識を習得する。	1. 廃棄物管理従事者の労働安全衛生の知識を分かりやすくまとめた文書はあるか。	・ 労働安全衛生指導書 ・ 安全指導用リーフレット
	2. 廃棄物管理従事者は、廃棄物収集車両及び最終処分場運営機材による重大事故防止のための安全対策を正しく理解しているか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研修理解度確認テスト（合格基準 80 %）
	3. 廃棄物管理従事者は、安全具の着用などの労働衛生改善のための取り組みを正しく理解しているか。	・ セミナー・研修記録 ・ 研修理解度確認テスト（合格基準 80 %）

出典：調査団

5. ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

（1）成果と活動

各成果に対し、表 9 に示す活動を本ソフトコンポーネントにて実施する。

表 9 ソフトコンポーネントの活動内容

成果	活動概要	活動内容
成果①	活動①：予防保全技術指導	
	活動①-1：予防保全指導書の作成	定期点検計画の作成方法や日常点検表及び定期点検表の使用手順などの予防保全技術についてとりまとめたマニュアルを作成する。
	活動①-2：運転手・重機オペレーターへの日常点検研修	運転手・重機オペレーターに対して、車両外装や部品の目視確認、ブレーキ等の動作確認、エンジンオイル等の消耗品の点検などの日常点検に関する講義及び実技指導を行う。
	活動①-3：車両整備ワークショップの整備士への定期点検研修	車両整備ワークショップの整備士に対して、調達機材（車両・重機及び整備機材）の定期点検マニュアルに基づく定期点検の実施及びエンジン装置、シャーシ装置、電装・油圧装置等の点検・修理技術に関する講習及び実技指導を行う。
	活動①-4：処分場監督職員への定期点検研修	レジャフパヤムの処分場監督職員に対して、整備士が行う定期点検の項目の理解、処分場運営機材不具合確認時の対応手順及び委託管理に関する講習を行う。
成果②	活動②：車両及び重機故障時対応指導	
	活動②-1：故障時対応指導書の作成	車両及び重機の修理作業指示の手順や点検・修理歴情報の管理、修理技術を取りまとめた指導書を作成する。
	活動②-2：車両整備ワークショップの整備士への故障時対応研修	車両整備ワークショップの整備士に対して、故障時対応指導書に基づく故障時対応手順、データ管理に関する講習及び、車両・重機修理技術の実技指導を行う。

成果	活動概要	活動内容
	活動②-3: 処分場監督職員への故障時対応研修	レジャフパヤムの処分場監督職員に対し、故障時対応指導書に基づく故障時対応手順、データ管理及び修理委託管理に関する講習を行う。
成果③	活動③: スペアパーツ・消耗品の保管・管理指導 活動③-1: スペアパーツ・消耗品管理台帳・マニュアル(指導書)の作成及び指導	スペアパーツ・消耗品の適切な保管に向け、管理台帳の整備及び台帳を利用した管理に関する講習及び実技指導を行う。
成果④	活動④: 労働安全衛生の徹底指導 活動④-1: 労働安全衛生指導書及び安全指導用リーフレットの作成 活動④-2: 運転手・作業員等への労働安全衛生研修	<p>廃棄物収集車両及び最終処分場運営機材に関連する重大事故の防止や、作業員のけがや病気による稼働率低下を予防するため、廃棄物管理現場の労働安全衛生に関する指導書を作成する。現場作業を行う全廃棄物管理従事者を対象とした取組内容であることから、現場監督を通じて全作業員への普及啓発を行うことができるよう、指導書の内容を分かりやすくまとめた安全指導用リーフレットを合わせて作成する。</p> <p>廃棄物収集車両の運転手や最終処分場運営機材の重機オペレーター及び作業員等に対して労働安全衛生指導書に基づく安全指導を行う。また、手袋やマスクなどの安全具の着用、作業前後の衛生指導などの労働環境(安全衛生)改善に関する指導を行う。</p>

出典: 調査団

(2) 活動1: 予防保全技術指導

1) 予防保全指導書の作成

車両及び重機が不具合を起こす前に整備する予防保全技術を廃棄物管理従事者に指導するため、定期点検計画や日常点検表及び定期点検表の使用手順などを取りまとめた指導書を作成する。具体的には、日本人コンサルタントが作成する標準指導書案やマニュアル等をジュバ市及びジュバ最終処分場の状況に合わせて改定する。

表 10 予防保全指導書の種類及び内容

対象機関	成果品の種類	主な予防保全指導書の内容
DES-JCC	・ 予防保全指導書 (収集車両)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定期点検マニュアル(定期点検表による点検項目及び手順) ・ 定期点検予定表(走行距離や使用期間に基づく部品別の定期点検基準、車両・重機・整備機材ごとの点検時期、等) ・ 日常点検マニュアル(日常点検表による運行前・後の点検項目及び手順) ・ 運転手マニュアル(車両操作の重要事項の説明)
ブロック	・ 予防保全指導書 (収集車両)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常点検マニュアル(日常点検表による運行前・後の点検項目及び手順) ・ 運転手マニュアル(車両操作の重要事項の説明)
レジャフパヤム	・ 予防保全指導書 (重機)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定期点検マニュアル(定期点検表による点検項目及び手順) ・ 定期点検予定表(走行距離や使用期間に基づく部品別の定期点検基準、車両・重機ごとの点検時期、等) ・ 日常点検マニュアル(日常点検表による運行前・後の点検項目及び手順) ・ 運転手マニュアル及び重機オペレーターマニュアル(最終処分場運営機材操作の重要事項の説明)

表 11 予防保全指導書の想定される仕様・ページ数

種類	想定される仕様・ページ数
① 定期点検マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ・ ジュバ環境衛生局: 約 20 ページ(廃棄物収集車両)、約 20 ページ(整備機材用) ・ レジャフパヤム: 約 20 ページ(最終処分場運営機材用) ・ 言語: 英語

種類	想定される仕様・ページ数
② 定期点検予定表	<ul style="list-style-type: none"> ・ DES-JCC : 約 9 ページ (車種別 3 種類×3 年間)、約 1 ページ (整備機材用) ・ ブロック : 約 6 ページ (車種別 2 種類×3 年間) ・ レジャフパヤム : 約 9 ページ (機材別 3 種類×3 年間) ・ 言語 : 英語
③ 日常点検マニュアル (日常点検表を含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・ DES-JCC : 約 12 ページ (車種別 3 種類各 1 ページ+ (車種別 3 種類×3 年間各年 1 ページ)) ・ ブロック : 収集車両用 : 約 8 ページ (車種別 2 種類各 1 ページ+ (車種別 2 種類×3 年間各年 1 ページ)) ・ レジャフパヤム : 処分場機材用 約 12 ページ (機種別 3 種類各 1 ページ+ (機種別 3 種類×3 年間各年 1 ページ)) ・ 言語 : 英語
④ 運転手マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ・ DES-JCC : 廃棄物収集車両用 約 6 ページ (車種別 3 種類各 2 ページ) ・ ブロック : 廃棄物収集車両用 約 4 ページ (車種別 2 種類各 2 ページ) ・ レジャフパヤム : 処分場車両用 : 約 2 ページ (機種別 1 種類各 2 ページ) ・ 言語 : 英語
⑤ 重機オペレーターマニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ・ レジャフパヤム : 処分場重機用 : 約 4 ページ (機種別 2 種類各 2 ページ) ・ 言語 : 英語

2) 運転手・重機オペレーターへの日常点検研修

廃棄物収集車両及び処分場車両の運転手や重機オペレーターに対して、日常点検マニュアル及び運転手・重機オペレーターマニュアルに基づく日常点検指導を行う。研修では、座学講習と実技指導によって車両運行前・後で、車両外装や部品の目視確認、ブレーキ等の動作確認、エンジンオイル等の消耗品の点検などを行い、日常点検表に確認結果を記録する。合わせて、コンパクターの積込時操作などの機材操作の重要事項や洗車作業における注意点などの確認を行う。研修後に講習会理解度確認テストを実施し、成果達成度を確認する。

表 12 運転手・重機オペレーターへの日常点検研修の概要

主な対象者	運転手、重機オペレーター
目標	運転手や重機オペレーターが日常点検（運行前・後）の実施方法を習得する。
教材	日常点検マニュアル、日常点検表、運転手・重機オペレーターマニュアル（英語）
実技指導	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常点検（運行前・後）の実施 ・ 燃料使用量、管理（エンジンオイル汚れや、アイドル時の燃料消費量を実際に見せ、燃料のムダをなくす） ・ 洗車作業における注意点 ・ 日常点検に用いる工具類の維持管理
座学講習	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常点検（運行前、後）の講義 ・ エンジン構造、シャーシ構造の概要確認 ・ 車両・重機操作の重要事項（コンパクターの排出板やプレスプレートの操作方法、非常停止ボタンの利用や周辺・後方の目視確認等の安全対策、等）についての講義 ・ 安全運転、省エネ運転についての講義、等

3) 整備士及び処分場監督職員への定期点検研修

車両整備ワークショップの整備士に対して、定期点検マニュアルに基づく定期点検の実施指導やエンジン装置、シャーシ装置、電装・油圧装置等の部品別の点検・修理技術の指導を行う。事前に、調達機材の部品別に走行距離或使用期間による交換時期の目安を整理した「定期点検交換部品情報シート」を作

成し、これに基づき、適切な車両定期点検の時期や交換部品を整理した「定期点検予定表」の作成支援を行う。整備士は予定表に従い、点検及び基本整備作業を行う。研修では、座学講習と実技指導によって整備士が定期点検の一連の手順及び修理技術を習得できるよう指導する。

処分場監督職員に対しては、定期点検マニュアルに基づく定期点検の実施指導や定期点検予定表の作成支援を行うとともに、整備士の定期点検作業項目を理解し適切に委託管理できるよう指導する。

研修後に講習会理解度確認テストを実施し、成果達成度を確認する。

表 13 整備士及び処分場監督職員への定期点検研修の概要

主な対象者	管理技術者、整備士、処分場監督職員
目標	車両整備ワークショップの整備士が定期点検マニュアルに則って、車両・重機・整備機材の点検手順及び点検技術を習得する。 処分場監督職員が車両及び重機の定期点検内容を把握した上で、適切に定期点検の委託管理を行うことができる。
教材	定期点検マニュアル、定期点検表、定期点検交換部品情報シート、整備機材リスト（英語）
実技指導	<監理技術者、整備士及び処分場監督職員> ・定期点検記録の作成（定期点検表等の記入） <整備士> ・車両、重機及び整備機材に係る定期点検の技術習得
座学講習	<監理技術者、整備士及び処分場監督職員> ・定期点検予定表に基づく車両・重機定期点検の講義、等 ・基本整備作業の講義（写真による作業比較） <整備士> ・エンジン、シャーシ構造及び電装・油圧装置の概要確認 ・車両整備ワークショップ機材定期点検項目の講義 <処分場監督職員> ・定期点検委託管理に関する講義

（3）活動2：車両及び重機故障時対応指導

1) 故障時対応指導書の作成

調達機材の故障時対応として、修理作業指示の手順や車両及び重機の点検・修理歴情報の管理、修理技術を取りまとめた指導書を作成する。具体的には、日本人コンサルタントが作成する標準指導書案やマニュアル等を基に、過去の故障事例や類似案件の教訓なども考慮し、ジュバ市及びレジャフパヤムの状況に合わせて改定する。修理技術指導に関しては、調達機材に付随してメーカーから提供される整備マニュアル（取扱説明書）を最大限活用する。本事業では、メーカー技術者による能力向上・初期操作指導が計画されているが、メーカーから提供される整備マニュアルは膨大な量であり、短期間の初期操作指導で全てを理解し、修理技術を習得することは困難であると想定されることから、整備マニュアルの活用方法を含め、故障時対応の技術指導を行う。

なお、メーカー技術者による能力向上・初期操作指導については、調達業者の責任下で指導を行うため、本計画の対象外とする。

表 14 故障時対応指導書の種類及び内容

対象機関	成果品の種類	主な故障時対応指導書の内容
DES-JCC	・故障時対応指導書 （廃棄物収集車両用） ・故障時対応指導書 （最終処分場運営機材用）	・一般修理作業指示書（ジョブカード） ・車両点検・修理歴情報シート ・整備士内部講習会用教材
レジャフパヤム	・故障時対応指導書 （最終処分場運営機材用）	・一般修理作業指示書（ジョブカード） ・重機点検・修理歴情報シート

表 15 故障時対応指導書の想定される仕様・ページ数

種類	想定される仕様・ページ数
① 一般修理作業指示書 (ジョブカード)	<ul style="list-style-type: none"> 対象：DES-JCC 及びレジャフパヤム 標準様式 各約 2 ページ 言語：英語
② 車両及び重機点検・修理歴情報シート	<ul style="list-style-type: none"> 対象：DES-JCC 及びレジャフパヤム 標準様式 各約 2 ページ 登録データ：ジュバ市 (DES-JCC 18 台、ジュバブロック 6 台、ムヌキブロック 8 台、カトールブロック 5 台 (既存及び新規調達分))、レジャフパヤム (3 台) 言語：英語
③ 整備士内部講習会用教材 (車両・重機)	<ul style="list-style-type: none"> 対象：DES-JCC 内部講習用教材 各約 20 ページ チェックリスト 各約 2 ページ 整備能力把握・講習会理解度確認テスト 各約 4 ページ 言語：英語

2) 整備士及び処分場監督職員への故障時対応研修

車両整備ワークショップの整備士に対して、故障時対応指導書に基づく故障時対応手順、データ管理及び車両・重機修理に関する指導を行う。故障・不具合の程度に応じた故障時対応の手順を定め、一般修理作業指示書 (ジョブカード) による管理体制を徹底する。また、調達機材の車両等台帳を作成し、車両別に点検・修理歴を記録し、データを管理する。

処分場監督職員に対しては、故障時対応指導書に基づく故障時対応手順の理解やデータ管理手法を指導するとともに、整備士による修理作業項目を理解した上で適切に修理委託管理ができるよう指導する。

研修では、座学講習と実技指導によって整備士及び処分場監督職員が故障時対応の一連の手順を習得できるよう指導する。研修後に講習会理解度確認テストを実施し、成果達成度を確認する。

表 16 整備士及び処分場監督職員への故障時対応研修の概要

主な対象者	管理技術者、整備士、処分場監督職員
目標	車両整備ワークショップの整備士がジョブカードに基づく故障時対応を習得する。処分場監督職員がジョブカードに基づく故障時対応を把握した上で、適切に修理委託管理を行うことができる。
教材	一般修理作業指示書 (ジョブカード)、車両点検・修理歴情報シート、整備士内部講習会用教材 (英語)
実技指導	<監理技術者、整備士、処分場監督員> ・ジョブカードの記入及び車両・重機の修理歴情報の記録・管理 <整備士> ・車両及び重機修理技術の習得
座学講習	<監理技術者、整備士、処分場監督員> ・一般修理作業指示書 (ジョブカード) の機能理解と管理体制の構築 ・車両及び重機修理の必要性・内容の判断 ・故障時対応の手順や記録管理方法等

(4) 活動 3 : スペアパーツ・消耗品の保管・管理指導

1) スペアパーツ・消耗品管理台帳・マニュアル (指導書) の作成及び指導

スペアパーツ・消耗品の適切な保管に向け、管理台帳の整備及び台帳を利用した管理指導を行う。

表 17 スペアパーツ及び消耗品の保管・管理指導

主な対象者	管理技術者、整備士、車両整備ワークショップ事務員、処分場事務員
目標	調達機材のスペアパーツ及び消耗品の管理台帳が整備され、適切に保管・管理される。
教材	スペアパーツ・消耗品管理台帳及びマニュアル（英語）
実技指導	調達機材のスペアパーツ及び消耗品の管理台帳、定期点検予定表の記入作業
座学	調達機材のスペアパーツ及び消耗品の管理台帳の使用方法、定期点検予定表やジョブカードに基づくスペアパーツ及び消耗品の調達計画、5S（整理（Seiri）、整頓（Seiton）、清掃（Seiso）、清潔（Seiketsu）、しつけ（Shitsuke））に基づくスペアパーツ及び消耗品の管理方法に関する指導

（5）活動 4：労働安全衛生の徹底指導

1）労働安全衛生指導書及び安全指導用リーフレットの作成

調達機材に関連する重大事故の防止や、作業員のけがや病気による稼働率低下を予防するため、廃棄物管理現場の労働安全衛生に関する指導書を作成する。現場作業を行う全廃棄物管理従事者を対象とした取組内容であることから、現場監督を通じて全作業員への普及啓発を行うことができるよう、指導書の内容を分かりやすくまとめた安全指導用リーフレットを合わせて作成する。

表 18 労働安全衛生指導書の想定される仕様・ページ数

種類	想定される仕様・ページ数
① 労働安全衛生マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収集運搬用： 約 20 ページ ・ 処分場管理用： 約 20 ページ ・ 言語：英語
② 安全指導用リーフレット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 収集運搬用： 約 1 ページ ・ 処分場管理用： 約 1 ページ ・ 言語：英語

2）運転手・重機オペレーター・作業員等への労働安全衛生研修

調達機材は作業員の巻き込み事故や大型コンテナ使用の作業など重大事故につながる要因が多数存在するため、調達機材の運転手や重機オペレーター及び作業員等に対して労働安全衛生指導書に基づく安全指導を行う。また、手袋やマスクなどの安全具の着用、作業前後の衛生指導などの労働環境（安全衛生）改善に関する指導を行う。研修後に講習会理解度確認テストを実施し、成果達成度を確認する。

表 19 廃棄物管理の現場作業における労働安全衛生の指導

主な対象者	運転手、重機オペレーター、整備士、現場監督者、現場作業員
目標	廃棄物管理従事者が現場作業における労働安全衛生の知識を習得する。
教材	労働安全衛生指導書及び安全指導用リーフレット（英語）
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 労働安全衛生に係る基礎情報 ・ 調達機材による重大事故防止のための安全対策 ・ 安全具の着用などの労働衛生改善のための取り組み

（6）機材運用・維持管理及び労働安全衛生セミナー

ソフトコンポーネント実施後の効果発現・継続のためには、国や市、上位の意思決定者の支援が必要であることから、ソフトコンポーネントで実施する調達機材の維持管理技術指導及び労働安全衛生指導について概説するセミナーを開催する。

表 20 機材運用・維持管理及び労働安全衛生セミナーの概要

主な対象者	調達機材の維持管理に関わる関係機関の意思決定者（環境・林業省、ジュバ市長、ジュバ市Acting CEO、DES-JCCの局長及び各ブロックマネージャー、各ゾーンコーディネーター、DES-JCCの部門長及び現場監督員、レジャフバヤム部門長、労働安全衛生担当職員等）
目標	持続可能な調達機材の維持管理システム構築に向けた意識付け・ルール作り
場所	ジュバ市
内容	調達機材の予防保全、故障時対応、スペアパーツ・消耗品の保管・管理及び現場作業における労働安全衛生の概要説明

(7) 研修日程

各種研修の日程、形態、内容は以下のとおりである。会場は、DES-JCC の車両整備ワークショップを想定する（一部実技講習を除く）。

表 21 車両運用・維持管理研修（整備士向け）

日程	研修形態	研修内容
1 日目	座学講習会 1*1	基本整備作業（定期点検、故障時対応、スペアパーツ・消耗品の保管・管理）の講義
2 日目	座学講習会 2	エンジン装置の概要
3 日目	座学講習会 3	シャーシ装置の概要、電装・油圧装置の概要
4 日目	実技指導 1（基本整備作業指導）	基本整備作業、整備機材のセットアップ
5 日目	実技指導 2（定期点検指導）	エンジン装置の定期点検指導 ・ エンジンオイル・フィルター交換 ・ 燃料フィルター交換 ・ エアークリーナー交換 ・ ファンベルト類調整・交換
6 日目	実技指導 3（故障時対応指導）	エンジン装置の整備指導 ・ エンジン不始動時時の故障診断 ・ エンジン調整方法 ・ パルプクリアランス調整方法 ・ エンジンオーバーヒートへの対応
7 日目	実技指導 4（定期点検指導）	シャーシ装置の定期点検指導 ・ タイヤ点検・調整 ・ ブレーキ点検・調整 ・ クラッチ点検・調整
8 日目	実技指導 5（故障時対応指導）	シャーシ装置の整備指導 ・ ホイールハブベアリング交換・調整 ・ ブレーキライニング交換 ・ クラッチ分解組立
9 日目	実技指導 6（定期点検・故障時対応指導）	電装・油圧装置
10 日目	実技指導 7（記録管理指導）*2	定期点検記録（定期点検表の記入）、修理記録、スペアパーツ・消耗品保管記録
11 日目	座学・理解度確認テスト	トレーニング結果振り返り、理解度確認テスト

*1 整備士に加え、管理技術者及び現場監督職員も参加

*2 整備士に加え、記録作業員、事務員も参加

表 22 重機運用・維持管理研修（整備士及び処分場監督職員向け）

日程	研修形態	研修内容
1 日目	座学講習会 1*1	基本整備作業（定期点検、故障時対応、スペアパーツ・消耗品の保管・管理）の講義
2 日目	座学講習会 2（ブルドーザー、バックホウローダー）	エンジン装置の概要
3 日目	座学講習会 3（ブルドーザー、バックホウ）	シャーシ装置の概要、電装・油圧装置の概要

日程	研修形態	研修内容
	ウローダー)	
4 日目	実技指導 1 (整備機材定期点検指導)	整備機材セットアップ及び整備機材維持管理の定期点検項目指導
5 日目	実技指導 2 (定期点検指導)	重機エンジン装置の定期点検・整備指導 ^{*3}
6 日目	実技指導 3 (故障時対応指導)	キャタピラー装置の定期点検指導 ・ 張りの調整 ・ ファイナルドライブケースオイル交換 ・ シャシグリス給油力所・給油方法
7 日目	実技指導 4 (定期点検指導)	キャタピラー装置の整備指導 ・ シュー/ブレード交換
8 日目	実技指導 5 (故障時対応指導)	車台・タイヤ装置の定期点検指導 ・ タイヤ点検・調整 ・ 車台点検・調整 ・ シャシグリス給油力所・給油方法
9 日目	実技指導 6 (定期点検指導)	車台・タイヤ装置の整備指導 ・ タイヤ整備 ・ ステアリングリンケージ装置の整備 ・ サスペンション装置の整備
10 日目	実技指導 7 (定期点検・故障時対応指導)	電装・油圧装置
11 日目	実技指導 8 (定期点検・故障時対応指導) *2	定期点検記録 (定期点検表の記入)、修理記録、スベアパーツ・消耗品保管記録
12 日目	座学・理解度確認テスト	トレーニング結果振り返り、理解度確認テスト

*1 整備士及び処分場監督職員が参加

*2 整備士に加え、記録作業員、処分場事務員も参加

*3 本研修の受講者は、合わせて「整備士向け車両運用・維持管理研修」を受講することを前提とする

表 23 予防保全及び労働安全衛生研修 (運転手・作業員向け)

日程	研修形態	研修内容
1 日目 (午前)	座学講習会	・ 運転手マニュアルに基づく予防保全指導 ・ リーフレットに基づく労働安全指導
(午後)	実技指導	・ 日常点検記録 (日常点検表の記入)

表 24 予防保全及び労働安全衛生研修 (重機オペレーター・処分場作業員向け)

日程	研修形態	研修内容
1 日目 (午前)	座学講習会	・ 重機オペレーターマニュアルに基づく予防保全指導 ・ リーフレットに基づく労働安全指導
(午後)	実技指導	・ 日常点検記録 (日常点検表の記入)

(8) 活動計画と投入

活動計画と投入 (日本側及び南スーダン側) を表 25 に示す。収集運搬と埋立処分では機材の種類が異なること、また収集運搬作業と埋立処分作業では現場での指揮系統や作業従事者が異なることから、「廃棄物収集車両運用・維持管理」と「最終処分場運営機材運用・維持管理」の 2 名の日本人専門家を投入する。南スーダン側は、責任機関となる DES-JCC から担当 (Director または Manager) を 1 名任命し、ソフトコンポーネント全体を管理する。DES-JCC は「車両維持管理担当者」、レジャフパヤムは「重機維持管理担当者」の各分野にカウンターパートとなる職員を任命し (各組織の既存職員による兼任を想定)、必要な人件費、事務費、交通費等を負担し、各コンサルタントと協力し、責任を持って作業改善・持続的実施を行う。

なお、ソフトコンポーネント実施に必要なスペースの確保や研修を受講するための職員・作業員の移動手段の確保、最終処分場運営機材 (ブルドーザー及びバックホウローダー) の車両整備ワークショップから JCDS までの輸送手段の確保に関して、2020 年 12 月 10 日署名の M/D にて先方と合意している。また、表 3 及び表 4 に示す運営・維持管理体制の確保についても、中央エクアトリ

ア州財務省からの人件費補助の継続、並びに次の機材整備に伴い必要となる追加人員の費用分担をM/Dにて確認している。

- a) 運転手：中央エクアトリア州財務省・DES-JCC・ブロック
- b) 収集作業員：DES-JCC・ブロック
- c) 重機オペレーター及び処分場作業員：ジュバ郡・レジャフパヤム

表 25 活動計画と投入

活動	投入	
	日本側	南スーダン側*
全体管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本人専門家：「廃棄物収集車両運用・維持管理」及び「最終処分場運営機材運用・維持管理」 ・ 日本人専門家の補佐 2名（現地傭人） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ DES-JCC Director または Manager、ジュバレジャフ廃棄物管理グループ（JRSMWG）
活動①		<ul style="list-style-type: none"> ・ 車両及び重機維持管理担当者（DES-JCC から担当 1名） ・ 車両維持管理担当者（各ブロックから 1名） ・ 最終処分場運営機材維持管理担当者（レジャフパヤムから担当 1名）
活動②		<ul style="list-style-type: none"> ・ 車両及び重機維持管理担当者（DES-JCC から担当 1名） ・ 最終処分場運営機材維持管理担当者（レジャフパヤムから担当 1名）
活動③		<ul style="list-style-type: none"> ・ 車両維持管理担当者（DES-JCC からスペアパーツ・消耗品在庫管理及び車両整備ワークショップ設備管理担当 1名） ・ 最終処分場運営機材維持管理担当者（レジャフパヤムからスペアパーツ・消耗品在庫管理担当 1名）
活動④		<ul style="list-style-type: none"> ・ 労働安全衛生担当者（DES-JCC、各ブロック及びレジャフパヤムから各 1名）

* 追加での人員配置はなく、各組織の既存職員による兼任を想定

廃棄物収集車両に先行して最終処分場運営機材を引き渡し予定であることから、「最終処分場運営機材運用・維持管理」専門家が先行して活動を行い、続いて廃棄物収集車両引き渡し後、「廃棄物収集車両運用・維持管理」専門家が活動を行う。各活動の詳細計画と日本人専門家の投入は表 26 及び表 27 に示すとおりである。

表 26 「最終処分場運営機材運用・維持管理」に係る活動の詳細計画

No.	活動内容	必要な投入
		日本人専門家
国内作業		
1.	国内準備	1 日目：既存データの検討、活動計画の作成
		2 日目：最終処分場運営機材（重機）の運用・維持管理に係る予防保全技術改善の標準指導書案作成
		3 日目：最終処分場運営機材（重機）に係る故障時対応指導書案の作成
		4 日目：最終処分場運営機材（重機）に係るスペアパーツ・消耗品保管・管理改善の標準指導書案の作成
		5 日目：処分場における労働安全衛生指導書案の作成
		6 日目：車両整備ワークショップ機材用維持管理マニュアル案作成
		6 日 (0.3 M/M)
現地作業		
	移動（往路）	2 日
1.	環境・林業省及びジュバ市（市長及び Acting CEO）へ説明・協議（全活動共通）：ソフトコン実施趣旨の説明	1 日
2.	レジャフパヤム長及びレジャフパヤム環境衛生局へ説明・協議（全活動共通）：ソフトコン実施趣旨、日程及び概要の説明	1 日
3.	ジュバレジャフ廃棄物管理グループ（JRSMWG）との協議： 処分場重機に係る各マニュアル・標準指導書（①予防保全技術改善、②故障時対応、③スペアパーツ・消耗品保管・管理改善、④労働安全衛生）の説明、協議	1 日
4.	DES-JCC 及びレジャフパヤムとの協議： 重機維持管理システムの構築に向けた協議（日常点検の項目、定期点検・修理記録の管理方法、管理フローの確認等）、過去の故障事例等の詳細確認	1 日

No.	活動内容	必要な投入
		日本人専門家
5.	レジャフパヤム調達部責任者との協議： 予防保全指導書案に係る協議（処分場重機に係る部品・消耗品調達の予算申請日程や調達方法の確認）	1日
6.	車両整備ワークショップ及びレジャフパヤムとの協議： 処分場重機の定期点検及び故障時対応に係る車両整備ワークショップとレジャフパヤムとの連携構築	1日
7.	民間修理ワークショップとの連携構築に向けた協議	1日
8.	協議結果を踏まえて、標準指導書（4種類）を最終化	2日
9.	重機運用・維持管理研修（整備士処分場重機担当者向け）の開催（表 22） 場所：車両整備ワークショップ（ジュバ市）	12日
10.	予防保全及び労働安全衛生研修（重機オペレーター・処分場作業員向け）の開催（表 24） 場所：車両整備ワークショップ（ジュバ市）	1日
11.	重機ソフトコンポーネントのまとめ（報告書作成、環境・林業省及び JICA への報告）	2日
12.	移動（帰路）	2日
	現地作業 合計	28日 (0.93M/M)
合計		1.23M/M

表 27 「廃棄物収集車両運用・維持管理」活動の詳細計画

No.	活動内容	必要な投入
		日本人専門家
国内作業		
1.	国内準備	1日目：既存データの検討、活動計画の作成
		2日目：廃棄物収集車両の運用・維持管理に係る予防保全技術改善の標準指導書案の作成
		3日目：廃棄物収集車両に係る故障時対応指導書案の作成
		4日目：廃棄物収集車両に係るスペアパーツ・消耗品保管・管理改善の標準指導書案の作成
		5日目：廃棄物収集車両に係る労働安全衛生指導書案の作成
		6日目：車両運用・維持管理及び労働安全衛生セミナー資料作成
		6日 (0.3 M/M)
現地作業		
	移動（往路）	2日
1.	現地作業準備： 環境・林業省へ説明・協議（全活動共通）：ソフコン実施趣旨の説明 ジュバ市（市長及び Acting CEO）へ説明・協議（全活動共通）：ソフコン実施趣旨、日程及び概要の説明	1日
2.	ジュバレジャフ廃棄物管理グループ（JRSMWG）との協議： 車両に係る各マニュアル・標準指導書案（①予防保全技術、②故障時対応、③スペアパーツ・消耗品保管・管理、④労働安全衛生）の説明	1日
3.	車両整備ワークショップ： 車両維持管理システムの構築に向けた協議（日常点検・定期点検の項目、修理記録の管理方法、管理フローの確認等）、過去の故障事例等の詳細確認	1日
4.	DES-JCC 及び各ブロック： 車両維持管理システムの構築に向けた協議（日常点検の項目、定期点検・修理に係る管理フローの確認等）、運転手・作業員への指導方法の確認、研修実施場所の安全確認	1日
5.	協議結果を踏まえて、標準指導書（4種類）を最終化	2日
6.	車両運用・維持管理及び労働安全衛生セミナーの開催（ジュバ市）（表 20）	1日
7.	車両運用・維持管理研修（整備士向け）の開催（表 21） 場所：車両整備ワークショップ（ジュバ市）	11日
8.	収集運搬車両に係る予防保全及び労働安全衛生研修（運転手・作業員向け）の開催（DES-JCC）（表 23）	1日
9.	収集運搬車両に係る予防保全及び労働安全衛生研修（運転手・作業員向け）の開催（ジュバブロック）（表 23）	1日
10.	収集運搬車両に係る予防保全及び労働安全衛生研修（運転手・作業員向け）の開催（ムキ	1日

No.	活動内容	必要な投入
		日本人専門家
	ブロック) (表 23)	
11.	収集運搬車両に係る予防保全及び労働安全衛生研修 (運転手・作業員向け) の開催 (カトールブロック) (表 23)	1 日
12.	ソフトコンポーネントのまとめ (報告書作成、環境・林業省及び JICA への報告)	2 日
13.	移動 (帰路)	2 日
	現地作業 合計	28 日 (0.93M/M)
合計		1.23M/M

(9) 実施リソース

派遣する人材：「廃棄物収集車両運用・維持管理」の日本人専門家 (1 名)、「最終処分場運営機材運用・維持管理」の日本人専門家 (1 名)

従事期間：計 2.46 人月 (国内準備 0.6 人月、現地作業 1.86 人月)

派遣時期：機材引き渡し後

現地備人：日本人専門家の補佐 (2 名) 計 1.6 人月

(10) セミナー・研修対象者 (ターゲットグループ)

活動①～④のセミナー・研修対象者を表 28 に示す。

表 28 セミナー・研修対象者

活動	セミナー・研修名	対象実施機関	対象者	人数
共通	車両及び重機運用・維持管理及び労働安全衛生セミナー (管理者・監督者向け)	環境林業省、ジュバ市 (環境衛生局、各ブロック) 及びレジャフパヤム	環境・林業省	1
			ジュバ市 (環境衛生局長、ブロック長、ゾーンコーディネーター等)	6
			DES-JCC (整備部門長、現場監督職員、労働安全衛生担当等)	3
			レジャフパヤム (整備部門長、処分場監督職員、労働安全衛生担当等)	3
			小計	13
活動①～③	車両運用・維持管理研修 (整備士向け)	DES-JCC、レジャフパヤム	監理技術者*	1
			車両整備ワークショップ整備士長	1
			車両整備ワークショップ職員 (整備士)	3
			車両ワークショップ事務員*	1
			処分場監督職員*	1
	処分場事務員*	1		
	小計	8		
	重機運用・維持管理研修 (整備士及び処分場重機担当者向け)	ジュバ環境衛生局、レジャフパヤム	監理技術者*	1
			車両整備ワークショップ整備士長	1
			車両整備ワークショップ職員 (整備士)	3
処分場監督職員*			1	
処分場事務員*			1	
小計	7			
活動①、④	予防保全及び労働安全衛生研修 (運転手・作業員向け)	DES-JCC、各ブロック、レジャフパヤム	ジュバ衛生管理局 (労働安全衛生担当者、整備士、現場監督員、運転手、清掃作業員等)	30
			ブロック (現場監督者、運転手、清掃作業員等)	88
			レジャフパヤム (処分場監督職員、処分場車両運転手)	2
			小計	120
	予防保全及び労働安全衛生研修 (運転手・重機オペレーター・処分場作	DES-JCC、レジャフパヤム	ジュバ衛生管理局 (労働安全衛生担当者、整備士等)	5
処分場管理部門長、労働安全衛生担当者、重			9	

活動	セミナー・研修名	対象実施機関	対象者	人数
	業員向け)		機オペレーター、処分場作業員等	
			小計	14

※ 関連する座学研修のみ参加

6. ソフトコンポーネント実施リソースの調達方法

本活動は、プロジェクトで整備される機材導入を支援するものである。本ソフトコンポーネントを担当する日本人専門家は、同無償資金協力プロジェクトの関係者又は廃棄物管理分野での業務経験を有する者で、収集運搬機材の運用・維持管理又は処分場重機の運用・維持管理に関与した経験のある日本人コンサルタントが望ましい。現地傭人は日本人専門家と共同作業を行い、通訳を兼任する。

7. ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの実施工程（案）を表 29 に示す。

表 29 ソフトコンポーネントの実施工程（案）

項目	18ヶ月目	19ヶ月目	20ヶ月目	21ヶ月目	22ヶ月目	23ヶ月目	24ヶ月目	25ヶ月目
機材 引渡し	■							
機材 初期操作指導及び運用指導								
機材 ジュバ市及びレジャバヤム Taking-over Certificate		◆						
ソフトコンポーネント								
廃棄物収集車両運用・維持管理								
国内作業						■		
現地作業						■	■	
現地傭人雇用期間						■	■	
最終処分場運営機材運用・維持管理								
国内作業		■						
現地作業		■	■					
現地傭人雇用期間		■	■					
報告書提出				▲	完了報告書			▲
								完了報告書

8. ソフトコンポーネントの成果品

表 30 に示す成果品を実施機関側及び JICA に提出する。成果品は基本的に英語で作成する。必要に応じてジュバ・アラビックへ翻訳した場合は、英語とジュバ・アラビックを併記する。

表 30 成果品一覧表

成果	項目	成果品	
成果①	予防保全技術指導	1. 予防保全指導書（廃棄物収集車両）	
		1-1) Daily inspection sheet	日常点検表（作業項目チェックリスト）
		1-2) Daily inspection manual	日常点検マニュアル
		1-3) Drivers manual	運転手マニュアル
		1-4) Driver's examination	運転手能力確認テスト
		1-5) Periodic service manual	定期点検マニュアル
		1-6) Periodic service sheet	定期点検表（作業項目チェックリスト）
		1-7) Periodic card	定期点検入庫指示ステッカー及びカード
		1-8) Periodic service schedule	定期点検交換部品情報シート
		1-9) Periodic service plan	定期点検予定表
		2. 予防保全指導書（処分場運営機材）*	
		2-1) Daily inspection sheet	日常点検表（作業項目チェックリスト）
		2-2) Daily inspection manual	日常点検マニュアル
		2-3) Operators manual	重機オペレーターマニュアル
		2-4) Operator's examination	重機オペレーター能力確認テスト
		2-5) Periodic service manual	定期点検マニュアル
		2-6) Periodic service sheet	定期点検表（作業項目チェックリスト）

成果	項目	成果品	
		2-7) Periodic card	定期点検入庫指示ステッカー及びカード
		2-8) Periodic service schedule	定期点検交換部品情報シート
		2-9) Periodic service plan	定期点検予定表
		3. 予防保全指導書（整備機材用）	
		3-1) Workshop equipment list	整備機材リスト
		3-2) Periodic service manual	定期点検マニュアル
		3-3) Periodic service sheet	定期点検表（作業項目チェックリスト）
		3-4) Periodic service schedule	定期点検交換部品情報シート
成果②	故障時 対応指導	3-5) Periodic service plan	定期点検予定表
		4. 故障時対応指導書（廃棄物収集車両）	
		4-1) Job card	一般修理作業指示書
		4-2) Truck data sheet	車両定期点検・修理歴情報シート
		4-3) Internal training criteria & Check sheet for truck repair	整備士内部講習会用教材（廃棄物収集車両）
		4-4) Understanding test	整備士能力把握・講習会理解度確認テスト
		5. 故障時対応指導書（処分場運営機材）*	
		5-1) Job card	一般修理作業指示書
		5-2) Heavy equipment data sheet	重機定期点検・修理歴情報シート
		5-3) Internal training criteria & Check sheet for heavy equipment	重機整備内部講習会用教材
5-4) Understanding test	重機整備能力把握・講習会理解度確認テスト		
成果③	スペアパーツ・消耗品管理指導	6-1) スペアパーツ・消耗品管理台帳（指導書）（廃棄物収集車両用）	
		6-2) スペアパーツ・消耗品管理台帳（指導書）（処分場運営機材用）	
		6-3) スペアパーツ・消耗品管理台帳（指導書）（整備機材用）	
成果④	労働安全衛生指導	7-1) 労働安全衛生指導書及び安全指導用リーフレット（収集運搬作業）	
		7-2) 労働安全衛生指導書及び安全指導用リーフレット（最終処分場管理作業）	
全体	進捗報告 完了報告	8-1) ソフトコンポーネント実施状況報告書（英文）	
		8-2) ソフトコンポーネント完了報告書（和文）	

* ダンプ・トラックは廃棄物収集車両用と共通の予防保全指導書及び故障時対応指導書を利用予定

9. ソフトコンポーネントの概略事業費

ソフトコンポーネントの概略事業費は、14,783 千円（別途新型コロナウイルス防疫対策に係るソフトコンポーネント費は、1,970 千円となる）と積算され、内訳は表 31 のとおりである。（詳細は別添の経費積算内訳書を参照。）

表 31 概略ソフトコンポーネント費

項目	金額（千円）
直接人件費	2,396
直接経費	7,404
間接経費	4,983
合計	14,783
新型コロナウイルス防疫対策に係るソフトコンポーネント費	
直接人件費	915
直接経費	689
間接経費	366
合計	1,970

10. 相手国側の責務

南スーダン側は、ソフトコンポーネント投入による成果に加え、将来にわたり整備された機材が適切に運用・維持管理されるよう、表 32 に示す担当者からなる部門を各環境衛生局に設置し、責任を持って管理体制構築や作業改善・持続的実施を行う。基本的には現在雇用されている職員の配置を想定するが、新たなポジションについては、関連部署から適任者を任命する、もしくは新たに雇用予定の人材の配置を検討する。2020 年 12 月に交わされた M/D にて、相手国側は適切な人員配置を行うことに合意している。

表 32 相手国側の責務

	廃棄物収集車両・運用維持管理部門	最終処分場運営機材運用・維持管理部門
各種担当	<ul style="list-style-type: none"> ・整備士担当：1 名 ・運転手担当：1 名 ・スペアパーツ・消耗品在庫管理、ワークショップ設備管理：1 名 ・整備維持管理計画、整備士内部講習、講師養成・講習実施：1 名 ・労働安全衛生担当：1 名 	<ul style="list-style-type: none"> ・処分場車両運転手及び重機オペレーター担当：1 名 ・スペアパーツ・消耗品在庫管理、ワークショップ設備管理：1 名 ・整備維持管理計画、整備士内部講習、講師養成・講習実施：1 名 ・労働安全衛生担当：1 名
責務	<ul style="list-style-type: none"> ・各種マニュアルの整備、更新及び実施 ・整備維持管理実施 ・整備士内部講習実施 ・内部研修講師の養成 ・記録の保持 ・モニタリング実施 ・作業体制の構築、作業改善実施 ・労働安全衛生委員会の実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種マニュアルの整備、更新及び実施 ・整備維持管理実施 ・整備士内部講習実施 ・内部研修講師の養成 ・記録の保持 ・モニタリング実施 ・作業体制の構築、作業改善実施 ・労働安全衛生委員会の実施

(1) 実現可能性

本ソフトコンポーネントの目標に掲げた「本プロジェクトで整備する機材が円滑に導入され、長期間にわたり適正に運営・維持管理される」ことで、廃棄物収集・運搬・処分サービスが効率的に実施されることに対するジュバ市からの要望は高い。前述のとおり、機材調達に伴い不足する人員や予算は、州財務省及び各実施機関（DES-JCC、各ブロック及びレジャフパヤム）の責任の下で確保されることを、2020 年 12 月 10 日署名の M/D にて先方と合意している。また、2021 年 2 月 17 日ジュバ市 CEO 署名の覚書（MOU）にて、廃棄物管理更新計画に基づく予算計画の詳細及びジュバ市から各ブロックへの資金援助を含む各実施機関での相互補助に関する合意を得ており、実現可能性は高い。

(2) 阻害要因及び必要な措置

本プロジェクト対象地域における外務省の海外安全情報は、レジャフパヤムで危険度レベル 4（退避勧告）、ジュバ市内は危険度レベル 3（渡航中止勧告）となっている。危険度レベルが改善せず、レジャフパヤムの治安状況により日本人専門家が現地入りできない場合、レジャフパヤムの職員をジュバ市に招へいし、ソフトコンポーネントを実施する。ソフトコンポーネント期間中のジュバ市車両整備ワークショップの安全確保並びにレジャフパヤム職員のソフトコンポーネント期間中の招へいに関して、実施可能であることを M/D にて確認している。更なる治安悪化等によりジュバ市への招へいが困難である場合、適宜 JICA の指示に従い、現在の予算内でソフトコンポーネントの実施方法を再検討する。また、各ブロックでの実技（半日程度）を伴う講習は、ジュバ市車両整備ワークショップと同等の安全対策（駐車場敷地内のフェンスやゲートへの警備員の配置等）が確認された場合に限り、各ブロックの駐車場敷地内で実施する。安全対策を講じることが困難であると判断された場合は、各ブロックの職員をジュバ市車両整備ワークショップに招へいし、ソフトコンポーネントを実施する。

(3) ソフトコンポーネントの目標を達成するための継続的取組み

本プロジェクト完了後、研修での指導内容に従って運営・維持管理を継続し、組織・体制改善を行っていくため、ジュバ・レジャフ廃棄物管理グループ（JRSWMG）を通じて、DES-JCC 職員によって各ブロックやレジャフパヤムでの活動モニタリングや、運転手、重機オペレーター、車両整備ワークショップの整備士等を対象としたフォロー研修を実施する。

また、自立発展性を確保するためには、継続的な取組みを支援するための国・州レベルでの制度・仕組みづくりが必要であることから、将来的に同グループの活動・経験を発展させ、環境・林業省を座長とする南スーダン国における廃棄物管理プラットフォームとして機能させることが望ましい。この実現に向け、並行して実施予定の技術協力プロジェクトにて州及び国の所管省庁への働きかけを行い、プラットフォーム設立支援を行うことが期待される。

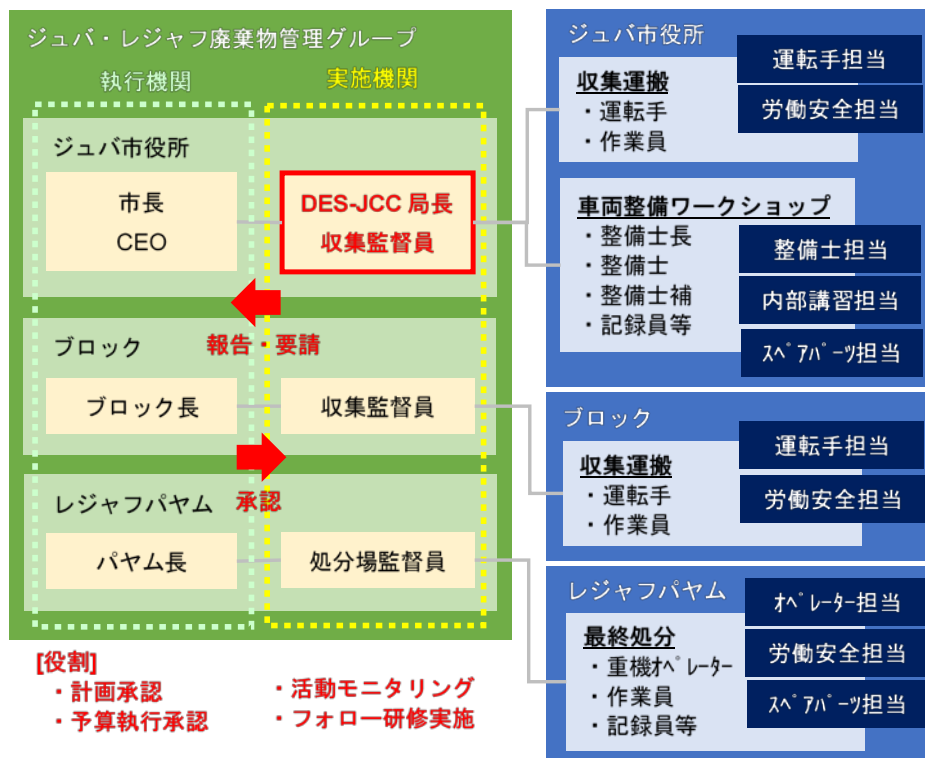


図 2 ソフトコンポーネントの目標を達成するためのモニタリング体制

補足資料

運営・維持管理費の算出根拠

(1) 廃棄物収集車両の運営・維持管理費の算出根拠

既存機材及び本プロジェクトでの新規調達機材の数量に応じて、DES-JCC 及び各ブロックは廃棄物収集車両の運営・維持管理費を確保する必要がある。

廃棄物収集車両の運営に係る燃料費の算出にあたっては、コンパクター、ダンプトラック及びコンテナキャリアは1台につき運転手1名、作業員はコンパクター及びコンテナキャリアは1台につき2名、ダンプトラックは1台につき6名として設定した。また、表1に示すとおり、廃棄物収集車両の燃費はコンパクターが2km/L、コンテナキャリア及びダンプトラックが4km/L、燃料費単価は230 SSP/Lと設定した。

表1 燃料費の試算条件（廃棄物収集車両）

項目		数値	単位
大分類	中分類		
トリップ数	コンパクター	2	trip/台/日
	ダンプトラック	2	trip/台/日
	コンテナキャリア	3	trip/台/日
稼働率 (Operation rate)		0.86	-
燃料単価		230	SSP/L
燃費	コンパクター	2	km/L
	ダンプトラック	4	km/L
	コンテナキャリア	4	km/L
トリップあたりの平均走行距離		25	km/trip

(2) 最終処分場運営機材の運営・維持管理費の算出根拠

既存機材及び本プロジェクトでの新規調達機材の数量に応じて、レジャフパヤムは最終処分場運営機材の運営・維持管理費を確保する必要がある。

最終処分場運営機材の運営に係る燃料費の算出にあたっては、重機稼働時間を1日1シフト（8時間）とし、ブルドーザー及びバックホウローダーの稼働に必要な重機オペレーター及びダンプトラックの運転手は1台につき1名と設定した。また、表2に示すとおり、最終処分場運営機材の燃費はダンプトラックが4km/L、ブルドーザーが27L/h、バックホウローダーが18L/h、燃料費単価は230 SSP/Lと設定した。

表2 燃料費の試算条件（最終処分場運営機材）

項目		数値	単位
大分類	中分類		
稼働率 (Operation rate)		0.86	-
燃料単価		230	SSP/L
燃費	ダンプトラック	4	km/L
	ブルドーザー	27	L/h
	バックホウローダー	18	L/h
重機稼働時間 (JCDS)		8	h/日

(3) 車両整備ワークショップにかかる運営・維持管理費の算出根拠

車両整備ワークショップの運営・維持管理費の算出にあたっては、1ベイあたり整備士2名及び整備士補1名を配置すると設定した。また、電気料金、水道料金等のユーティリティ費は車両整備ワークショップの運営・維持管理費合計の10%と設定した。廃棄物収集及び処分場運営・維持管理機材の整

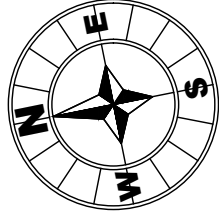
備（定期点検及び修理（外部委託を含む））に係る費用の試算根拠を以下に示す。

表3 車両整備費単価

機材 保有者	車種	車両メンテナンス料 (SSP/台/月)	根拠	備考
JCC	コンパクター	27,180	実績値:2020年	直営の車両整備ワークショップでの修理費及び外部委託による修理費を含む
	ダンプトラック			
	コンテナキャリア			
ブロック	コンパクター	27,180	JCCと同等と仮定	ブロックから DES-JCC への支払い
	ダンプトラック			
レジャフ パヤム	ブルドーザー	15,476	実績値:2020年の1/10と仮定	レジャフパヤムから DES-JCC への支払い(定期点検)
	バックホウローダー			
	ブルドーザー	154,758	実績値:2020年	レジャフパヤムから民間整備工場への支払い(修理等)

注) その他の算出根拠の詳細は、「更新廃棄物管理計画（2020）『添付資料 12：財政的要件計算書』」参照

資料 6 車両整備ワークショップ概略設計図



CONTROL POINT COORDINATES			
P.CODE	EASTING	NORTHING	ELEVATION
CP 1	346643.936	536173.920	458.707
CP 2	346643.813	536230.249	461.143
CP 3	346607.157	536177.975	458.732

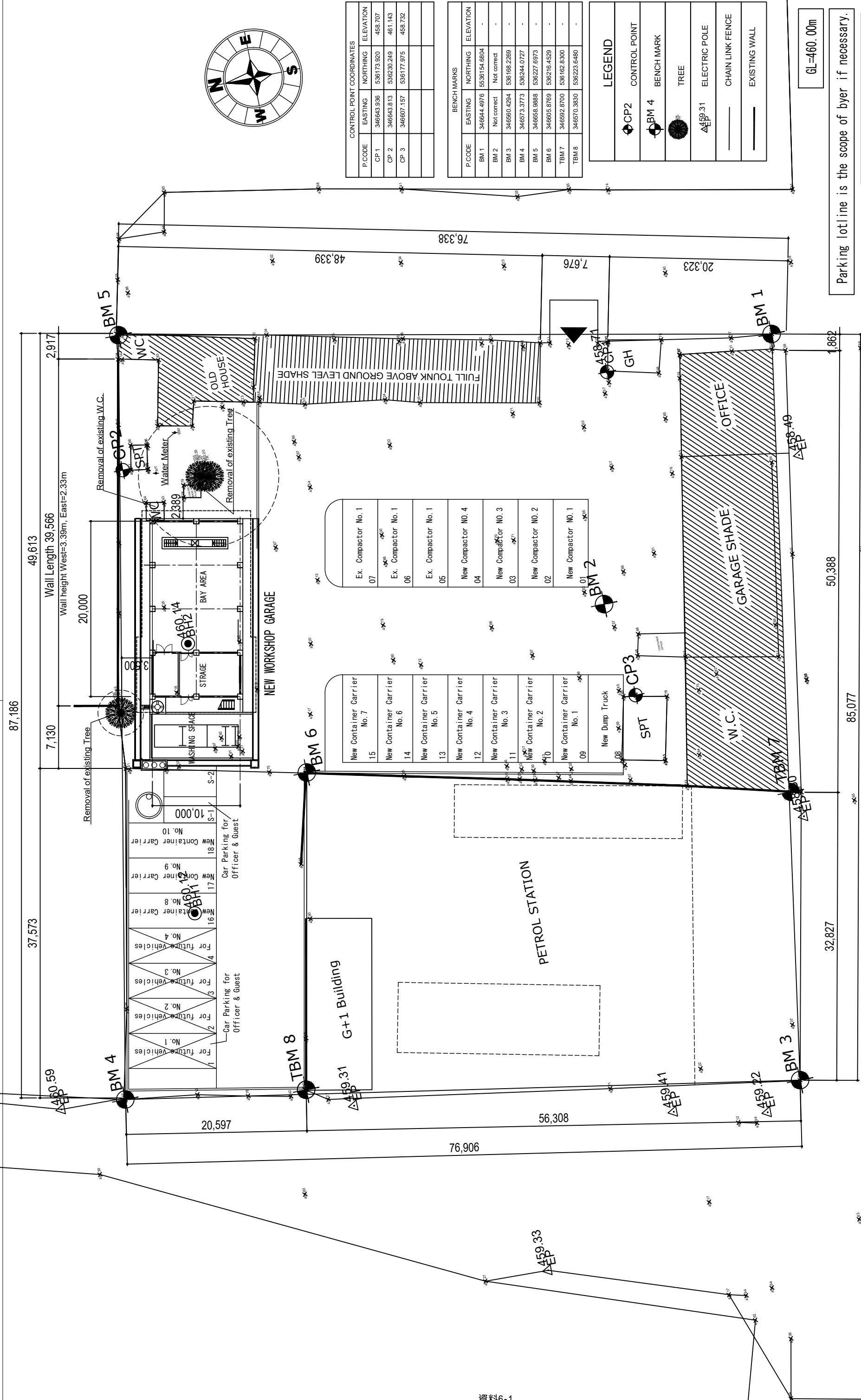
BENCHMARKS			
P.CODE	EASTING	NORTHING	ELEVATION
BM 1	346644.4976	5536154.6804	-
BM 2	Not correct	Not correct	-
BM 3	346560.4294	536168.2269	-
BM 4	346573.3773	536244.0727	-
BM 5	346658.8868	536227.6973	-
BM 6	346605.6769	536216.4529	-
TBM 7	346592.8700	536162.8300	-
TBM 8	346570.3830	536223.6480	-

LEGEND	
⊙ CP2	CONTROL POINT
⊙ BM 4	BENCH MARK
●	TREE
△ 459.31	ELECTRIC POLE
—	CHAIN LINK FENCE
—	EXISTING WALL

GL=460.00m

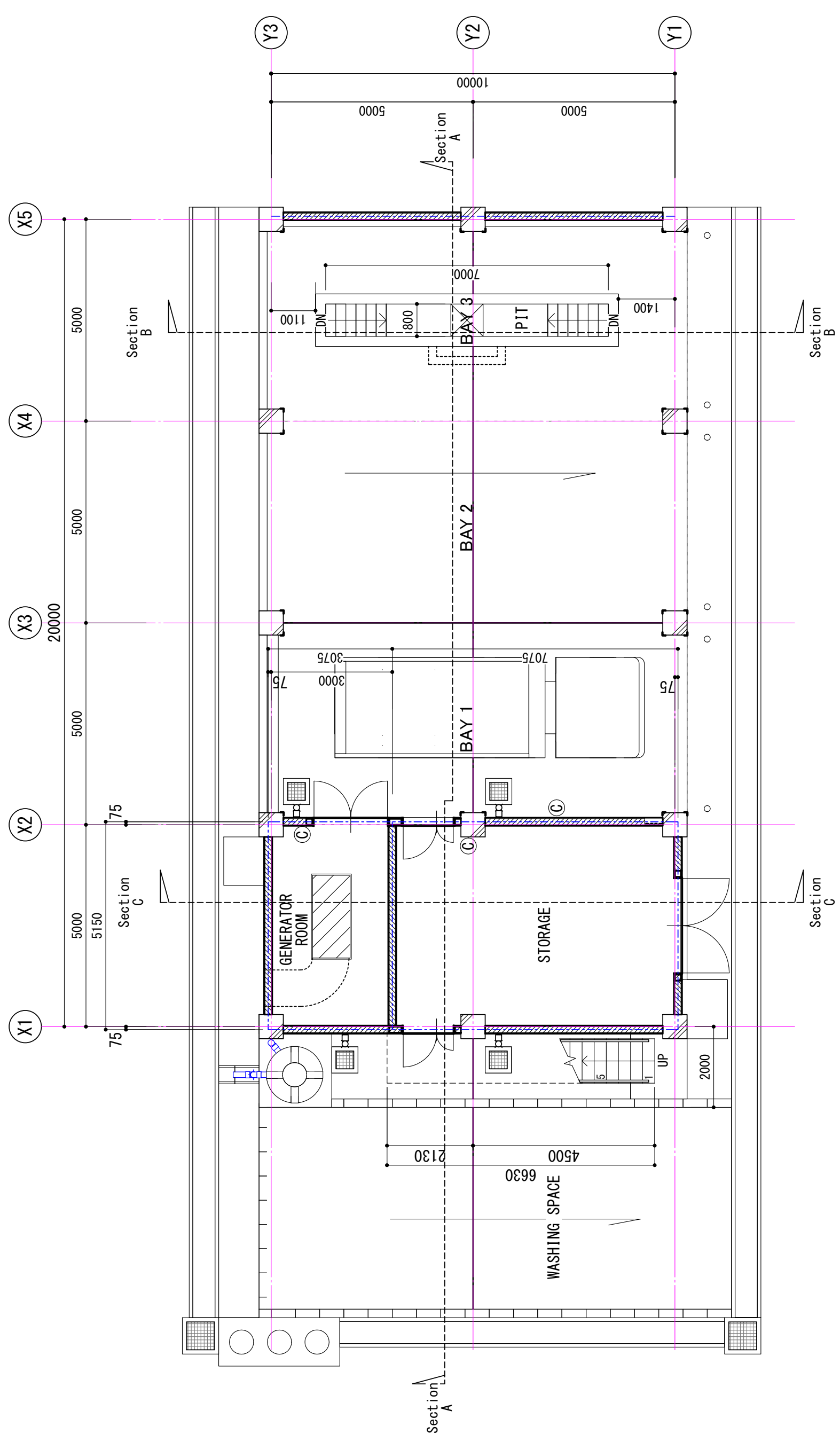
Parking lotline is the scope of byer if necessary.

BID PURPOSE ONLY



- | | |
|-----------------------------|----|
| Ex. Compactor No. 1 | 07 |
| Ex. Compactor No. 1 | 06 |
| Ex. Compactor No. 1 | 05 |
| New Compactor No. 4 | 04 |
| New Compactor No. 3 | 03 |
| New Compactor No. 2 | 02 |
| New Compactor No. 1 | 01 |
| New Container Carrier No. 7 | 15 |
| New Container Carrier No. 6 | 14 |
| New Container Carrier No. 5 | 13 |
| New Container Carrier No. 4 | 12 |
| New Container Carrier No. 3 | 11 |
| New Container Carrier No. 2 | 10 |
| New Container Carrier No. 1 | 09 |
| New Dump Truck | 08 |

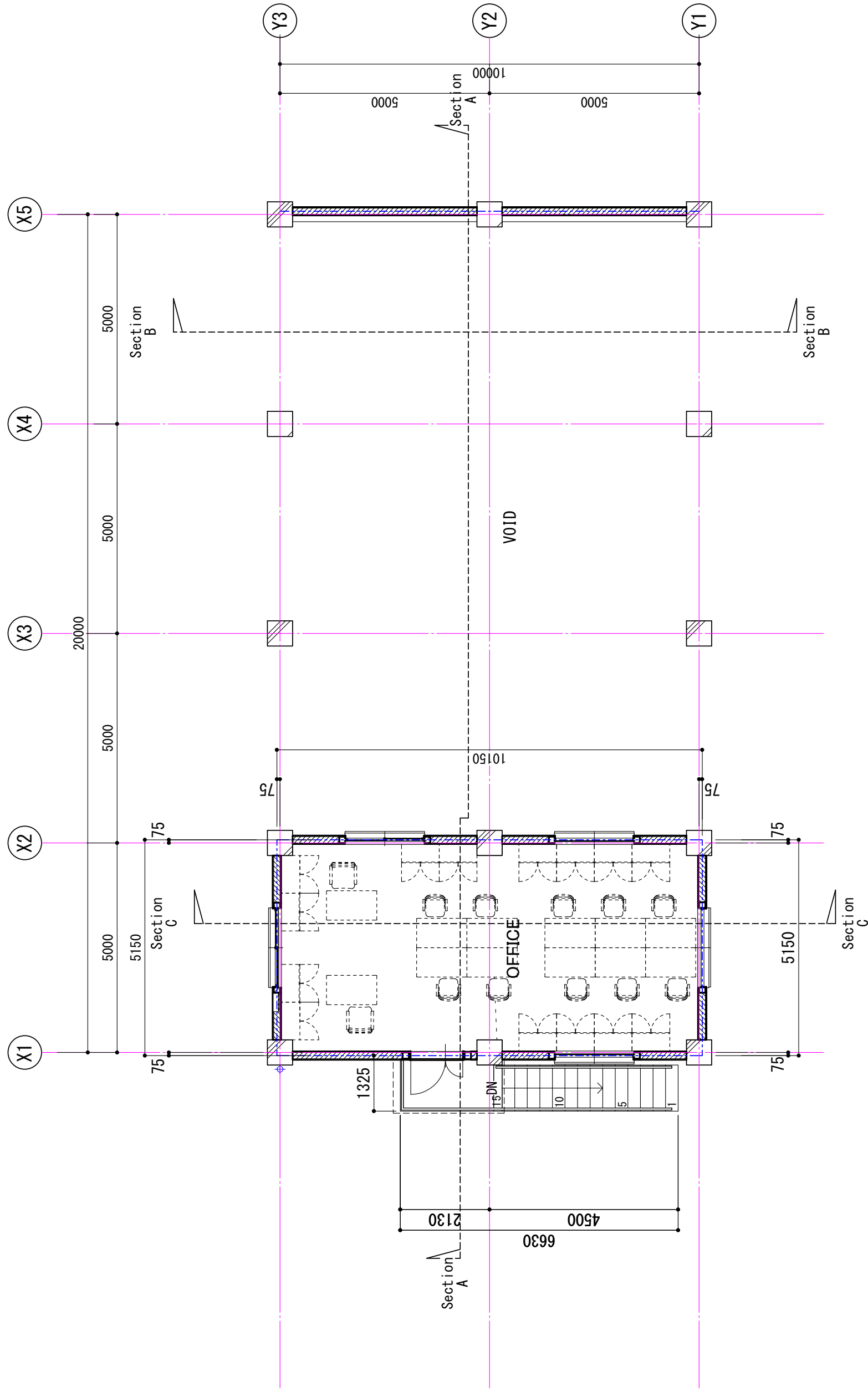
Project	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN JUBA IN THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN	
Location	JUBA	
Title	SITE PLAN	
Approved by	BM A N. MINAMI	Consultant
Checked by	BM A N. MINAMI	
Designed by	K. ODA	
Drawn by	T. MASUDA	
Date	16/11/20	Dwg No. A-02
Scale	1 : 400	



BID PURPOSE ONLY

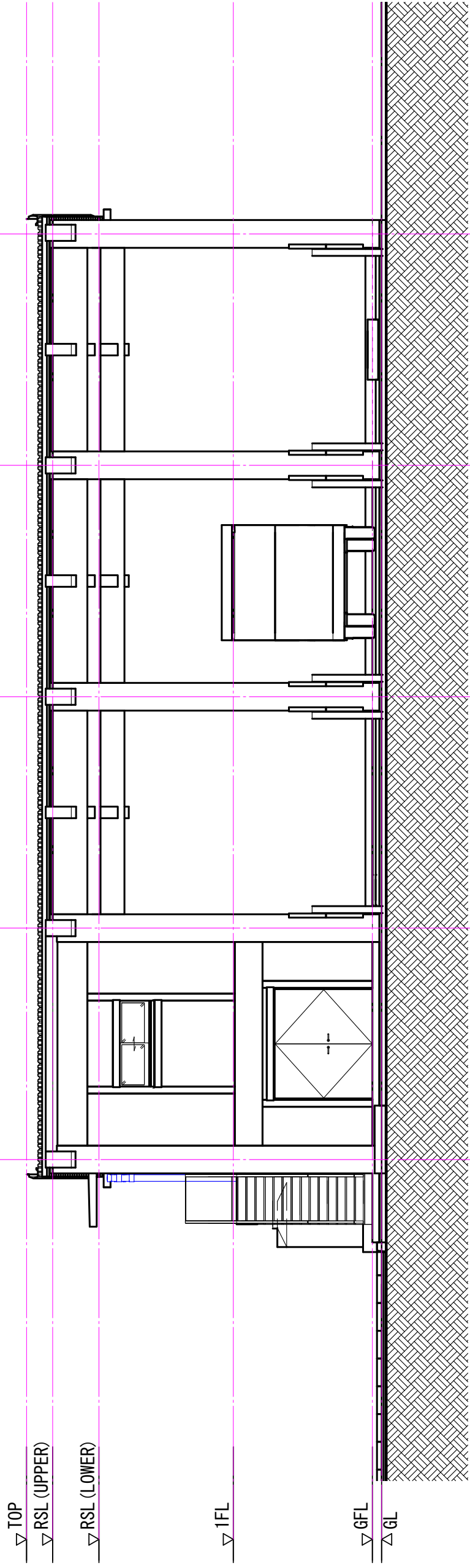
Project	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE MANAGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN		Location	JUBA		Title	GROUND FLOOR PLAN		Approved by	N.MINAMI Consultant		Checked by	K.ODA		Designed by	I.MASUDA		Date	01/20/21		Dwg FOR REPORT-1	Scale	1 : 100 <small>(for A3 paper)</small>	
	Project			Location			Title			Approved by			Checked by			Designed by			Date				Dwg FOR REPORT-1	

yec YACHIYO ENGINEERING CO., LTD. TOKYO, JAPAN

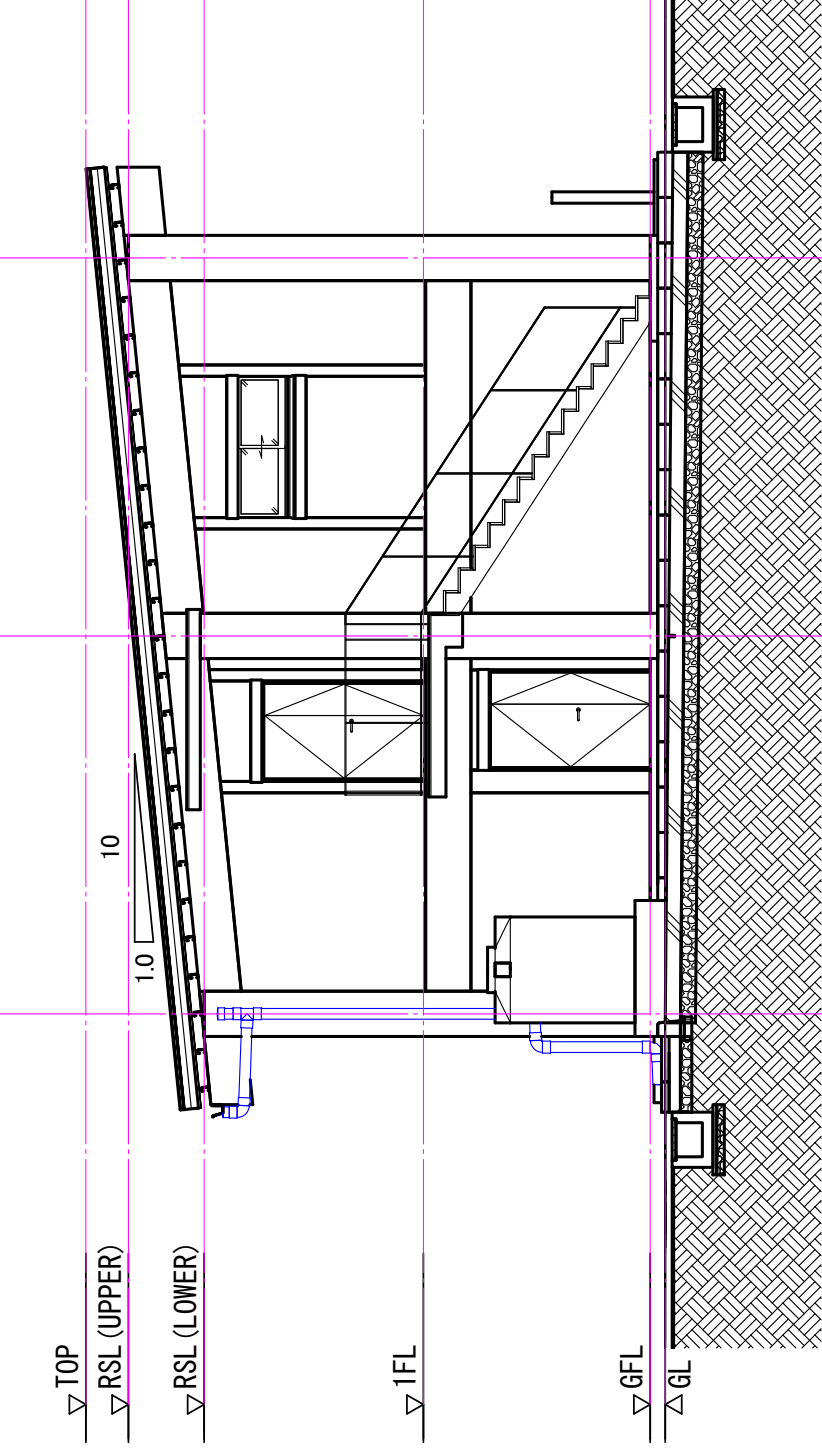


BID PURPOSE ONLY

Project THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE MANAGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN	Location JUBA	Title 1ST FLOOR PLAN	Approved by N.MINAMI Consultant	Checked by 	Designed by K.ODA	Drawn by I.MASUDA	Date 01/20/21	Dwg FOR REPORT-2 Scale 1 : 100 <small>(for A3 paper)</small>
--	-------------------------	--------------------------------	--	--------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	--



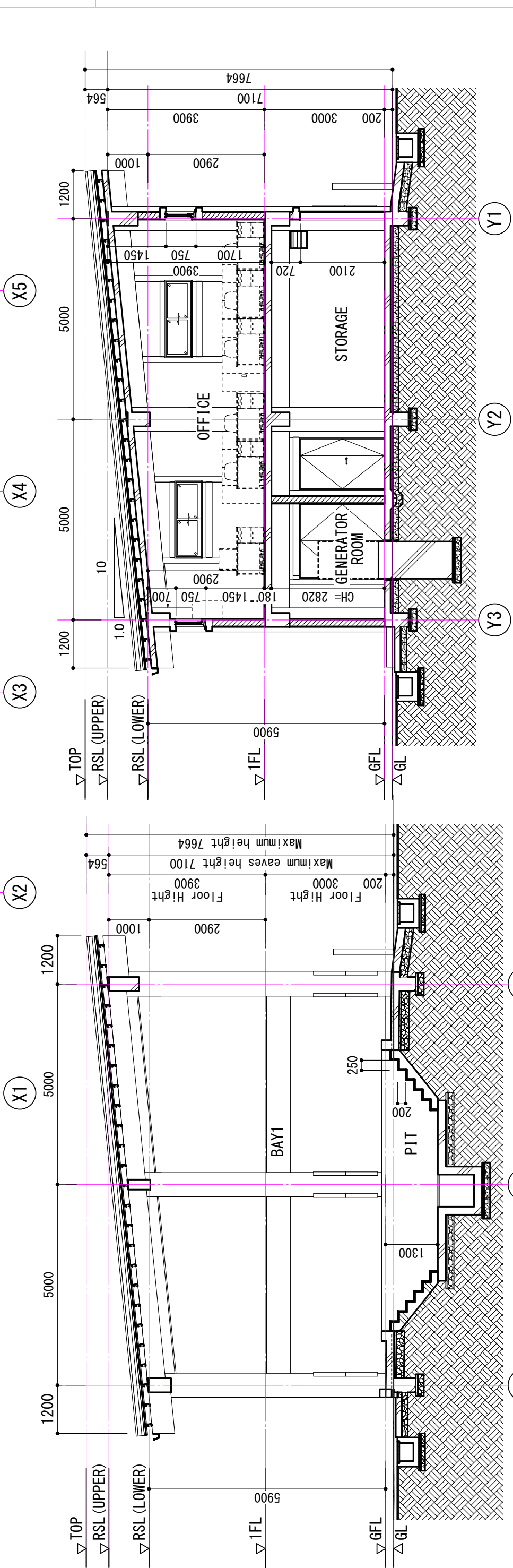
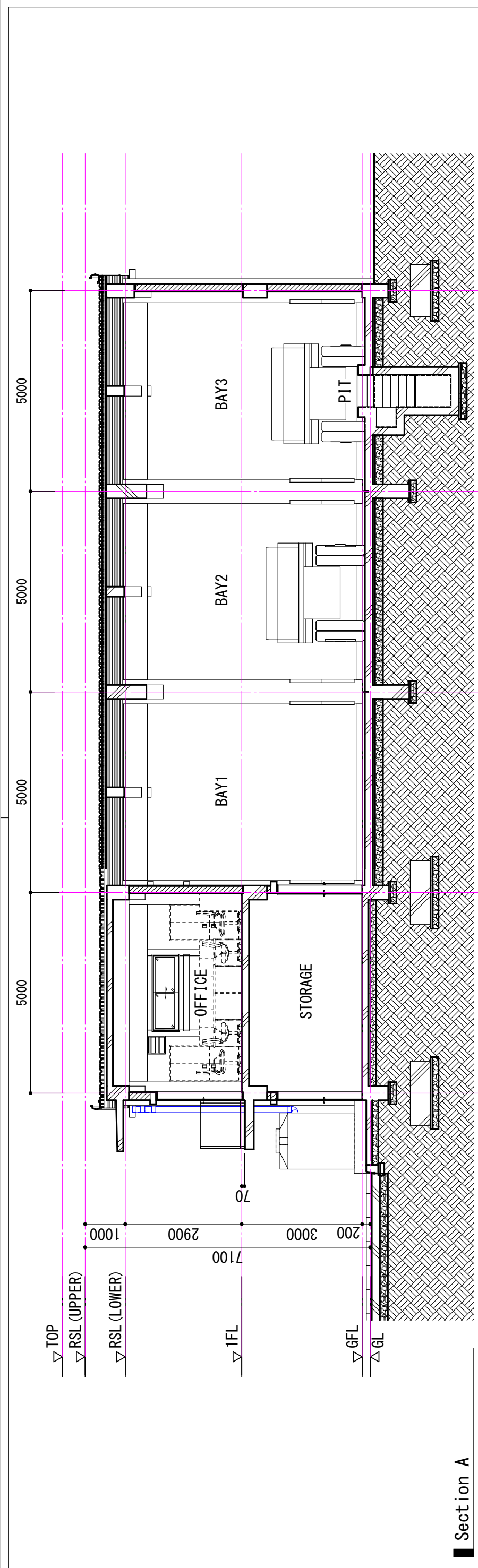
■ SOUTH ELEVATION



■ WEST ELEVATION

BID PURPOSE ONLY

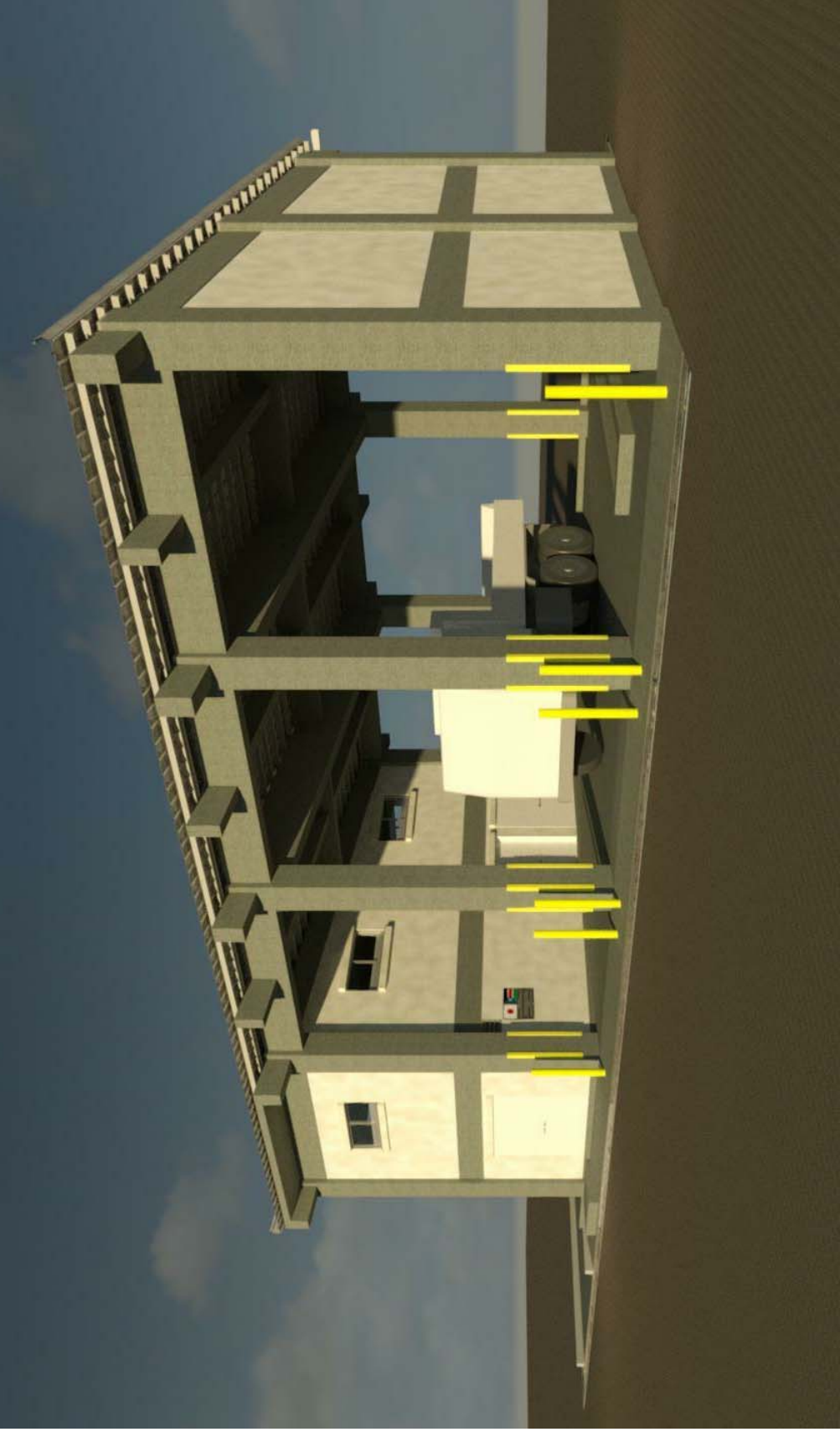
Project	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE MANAGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN		Title	ELEVATION		Approved by	N.MINAMI	Checked by	K.ODA	Designed by	I.MASUDA	Date	01/20/21	Dwg FOR REPORT-3	Dwg FOR REPORT-3	Scale	1 : 100
<p style="text-align: right;">yec YACHIYO ENGINEERING CO., LTD. TOKYO, JAPAN</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">(for A3 paper)</p>																	



Project	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE MANAGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN		Location	JUBA	Title	SECTION		
	Approved by N.MINAMI			Checked by K.ODA		Designed by I.MASUDA	Date	01/20/21
Consultant		yec YACHIYO ENGINEERING CO., LTD. TOKYO, JAPAN		Scale		1 : 100		

BID PURPOSE ONLY

■ IMAGE PERSPECTIVE 1



■ IMAGE PERSPECTIVE 2-1



■ IMAGE PERSPECTIVE 3



BID PURPOSE ONLY

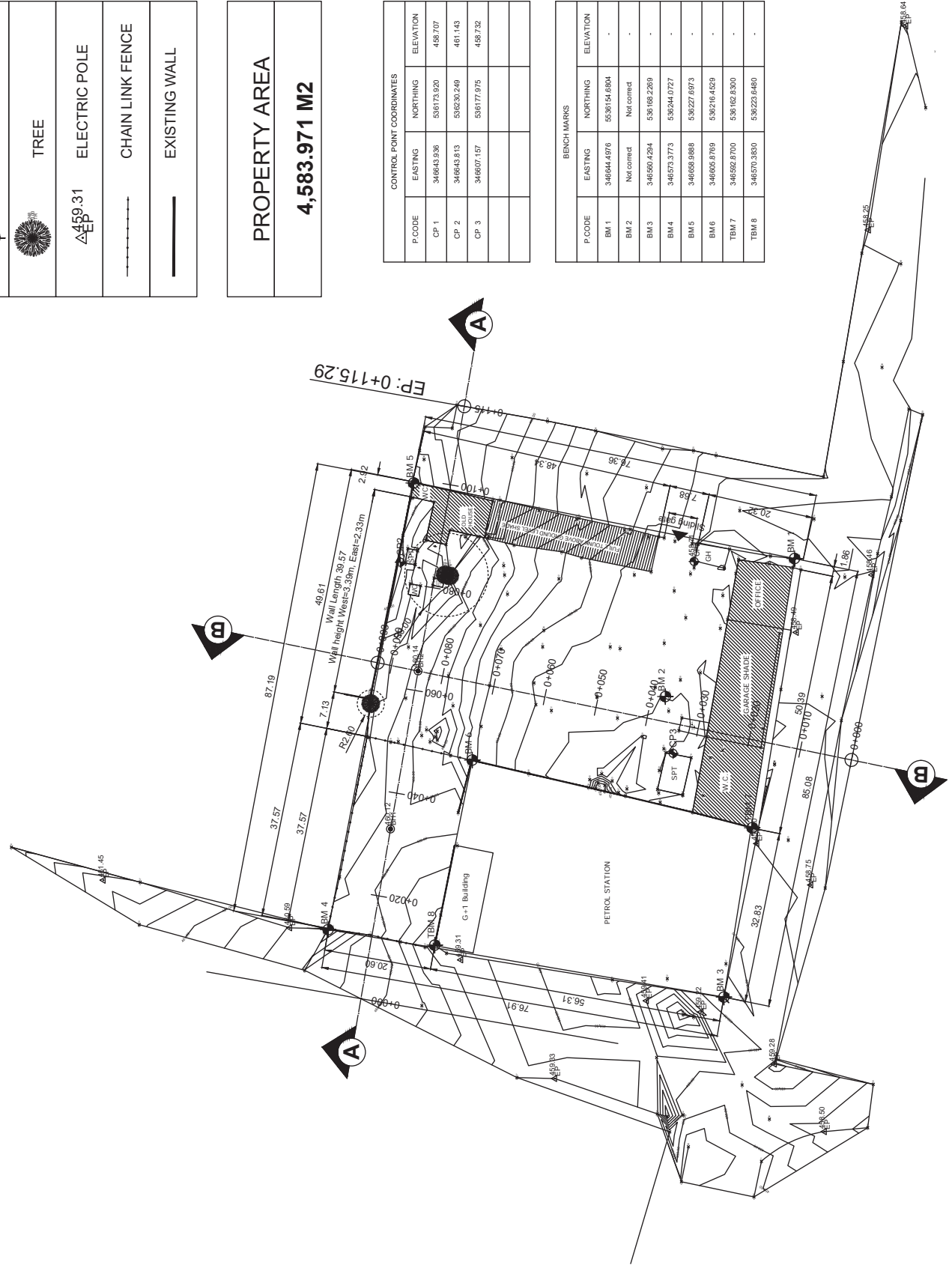
Project	THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE MANAGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN	Location	JUBA	Title	IMAGE PERSPECTIVE	Approved by	N.MINAMI Consultant	Checked by	K.ODA	Designed by	K.ODA	Drawn by	I.MASUDA	Date	23/11/20	Dwg No.	A-11	Scale	1:1 <small>(for A3 paper)</small>
---------	--	----------	------	-------	-------------------	-------------	------------------------	------------	-------	-------------	-------	----------	----------	------	----------	---------	------	-------	--------------------------------------

yec YACHIYO ENGINEERING CO., LTD. TOKYO, JAPAN

資料 7 車両整備ワークショップ建設予定地
測量図・測量調査結果

LEGEND	
	CONTROL POINT
	BENCH MARK
	TREE
	ELECTRIC POLE
	CHAIN LINK FENCE
	EXISTING WALL

PROPERTY AREA
4,583.971 M2



Rev.	Date	Description	By	Chk.	App.
0	Nov. 2020	Drawing	ABHC	ABHC	

REVISIONS

APPROVAL :

PROJECT :

CLIENT :

LOCATION :
JUBA, CENTRAL EQUATORIAL STATE,
REPUBLIC OF SOUTH SUDAN

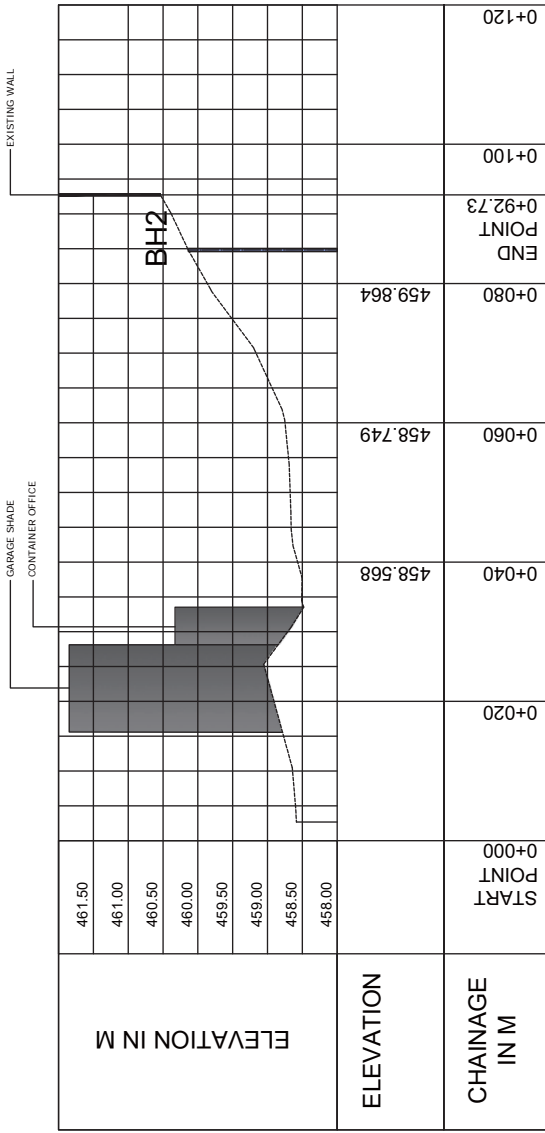
DRAWING TITLE :
SURVEY PLAN (CONTOUR MAP)

AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY LTD. (ABHC)
JUBA, CENTRAL EQUATORIAL STATE, REPUBLIC OF SOUTH SUDAN
Phone: 0011 98 244 4143, 0011 98 244 4143
Email: abharambe@abhc.com

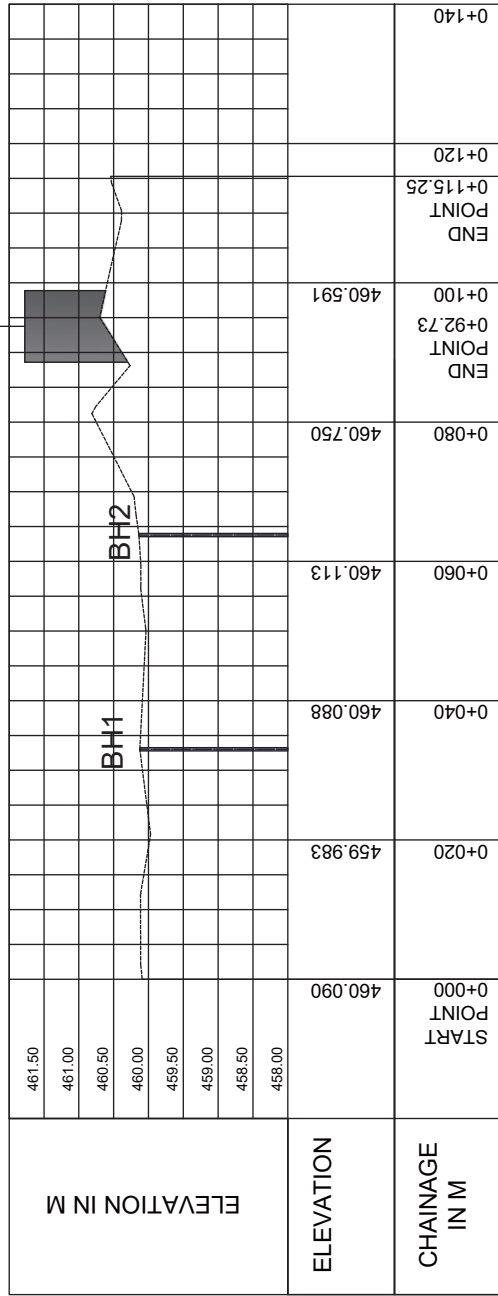
Prepared by	ABHC	Checked by	ABHC
DATE	Nov. 2020	CLIENT'S REF.	ABHC
SCALE	AS SHOWN		
DRAWING No.	01/02	REVISION	01

CONTROL POINT COORDINATES			
P.CODE	EASTING	NORTHING	ELEVATION
CP 1	348543.936	538733920	458.707
CP 2	348648.813	538230248	461.143
CP 3	348607.157	538177.975	458.732

BENCH MARKS			
P.CODE	EASTING	NORTHING	ELEVATION
BM 1	348644.476	5336154.684	-
BM 2	Not correct	Not correct	-
BM 3	348550.424	536188.228	-
BM 4	348573.373	538244.072	-
BM 5	348658.988	538227.697	-
BM 6	348606.878	538216.429	-
TBM 7	348582.870	536182.830	-
TBM 8	348570.380	538223.480	-



Alignment B-B PROFILE



Alignment A-A PROFILE



Rev. No.	Date	Description	By	Chk.	App.
0	Nov, 2020	Drawing	ABHC	ABHC	

REVISIONS
APPROVAL :

PROJECT :

CLIENT :

LOCATION :
JUBA, CENTRAL EQUATORIAL STATE,
REPUBLIC OF SOUTH SUDAN

AREA :

DRAWING TITLE :
SURVEY PLAN (PROFILE)



Prepared by	ABHC	Checked by	ABHC
Surveyed by	ABHC	CLIENT'S REF.	ABHC
DATE	Nov, 2020		
SCALE	AS SHOWN		
DRAWING No.	02/02	REVISION	01

Topographical survey for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

TOPOGRAPHICAL SURVRY REPORT
FOR
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE MANGEMENT
IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN

PREPARED BY

AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION LTD




FOR: Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)

FEBRUARY 2021

南直行



MINISTRY OF LOCAL GOVERNMENT GOVERNMENT OF SOUTH SUDAN						
<p>Topographical Survey report for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan.</p> <p>Document No.: DD20-SI-SE-JMC-005</p>						
Period of study: 12/11/2020 to 20/12/2020						
0	15th, February, 2021	ABHEC	ABHEC		149	First submission
REV.	DATE	PREPARED	CHECKED	ENDORSED	PAGE(S)	Description
		Owner : JUBA CITY COUNCIL.				
		Contractor : AB HARAMBEE ENGINEERING AND CONSTRUCTION LTD.				

1.0 INTRODUCTION

1.1 Background

Juba is the capital of Republic of South Sudan and serves as the Head quarter of Central Equatorial state. It has spectacular rugged high relief landscape and plains recording an average altitude of 468 meter above sea level. The mountain covers the East, west and north part of Juba forming sharp scenic peaks and wide valley. The project area is situated a few meters from the **White Nile River plains.**

In November 2020 **AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION Ltd** Was contracted by **Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)** to carry out Topographical survey for the proposed development of Juba Sanitary and Environment building in down town Juba. The Topographical survey were required to determine temporary bench marks to use as reference point for the construction, contour map and profile.

The Topographical survey were performed from the 04th of November to 06th of November 2020. and approximately 11,500M2 of area has been read and surveyed. This survey includes delimitation of existing permanent futures, roads, and reference points.

The Topographical survey contractor's responsibility under this contract is to carry collection of field data, processing and reporting of ground conditions encountered during the ground survey to aid in the design of the proposed underground structures. AB Harambe Engineering and Construction Ltd personnel are not the designers and are not responsible for validation of any proposed design. The information provided is however expected to be provide sufficient field studies for a competent designer to undertake the design of all relevant parts of the structures.

1.2 Objective

The purpose of this report is to investigate and provide reliable, specific and detailed information about the physical conditions of the proposed area, as well as to provide the designer with the necessary information which will be required for the design.

The specific objectives are to:

- Data collection at the site.
- Processing of the data.
- Installation of temporary bench marks for future references.

1.3 Scope of Topographical survey

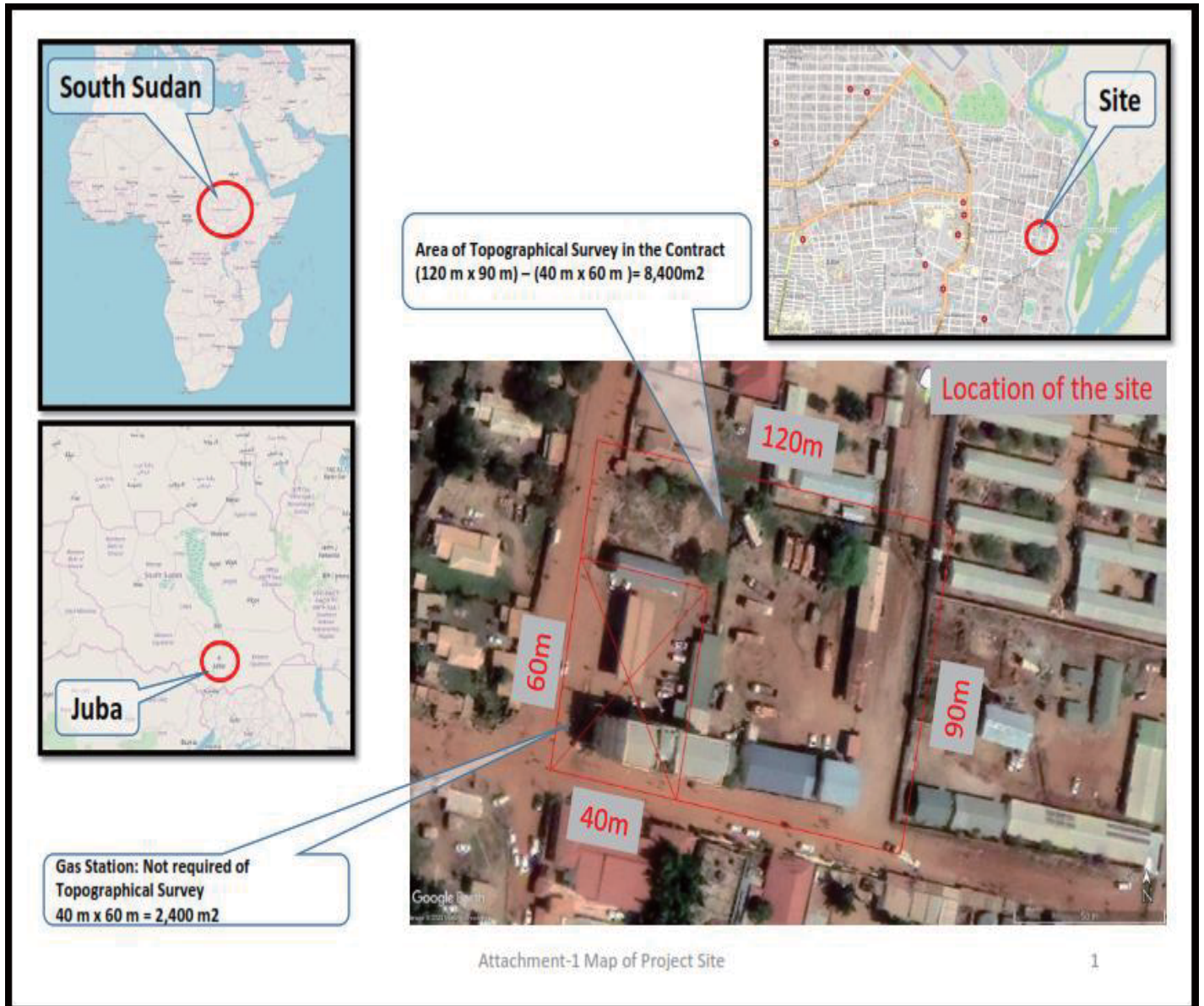
The scope of the Topographical survey comprised of the following:

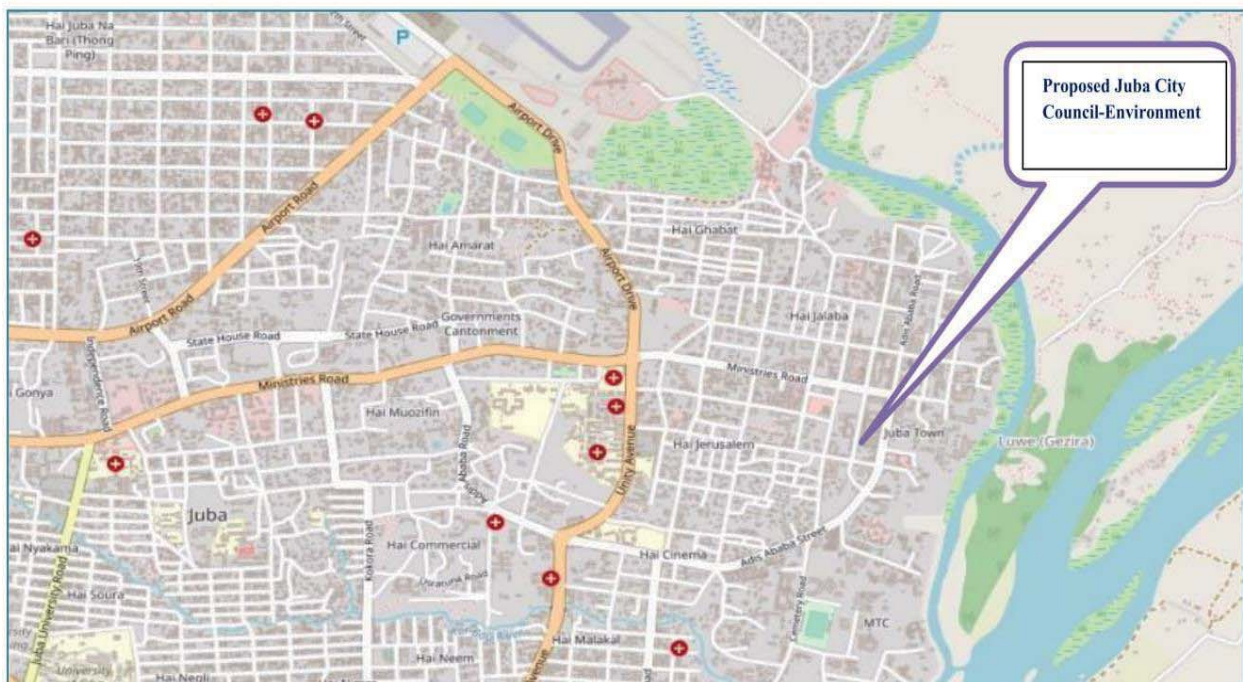
1. Review of available data pertinent to the site.
2. Making visits to the site in order to collect information about site nature, topography of the site, existing features and other properties concerning the project site.
3. Installation of bench marks
4. Collecting of Survey data
5. Processing and reporting

1.4 Site Description

The project is intended for the construction of the new workshop building which is to maintain the condition of waste collection vehicle at Juba Town. The project area is located inside the premises of the Ministry of Local Government opposite Juba prison.

Figure 1: Map of The Project Site





1.5 Topography and existing features

The Topography of the area is flat which slopes down from north to south by an average slope of 2.17% and from East to west by 0.39%.

The area enclosed between Bench marks BM6, BM8 and BM4 has dumped soil which do not refer the natural ground future of the area, since it is cover by the dumped soil collection.

There are some existing structures and fences inside and outside of the compound.

- North part existing stone wall and chain link fence.
- South part inside the compound, G+1 office building, garage, toiles, office container, and septic tank.
- East part old parking shed, old store house, old house, and old toiles.
- West part, block and chain link fence.
- Inside the compound, toilet, septic tank, concrete slab.

There are some damaged solid waste compactor trucks in the compound, but they considered as a temporary and are not considered as structures for the topographic survey.

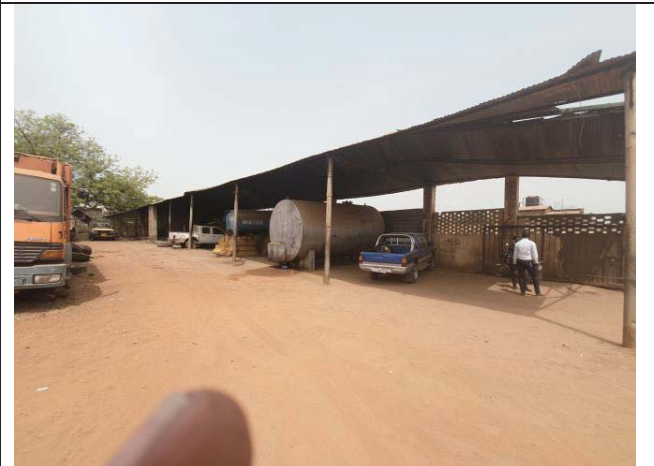
North Part



South Part

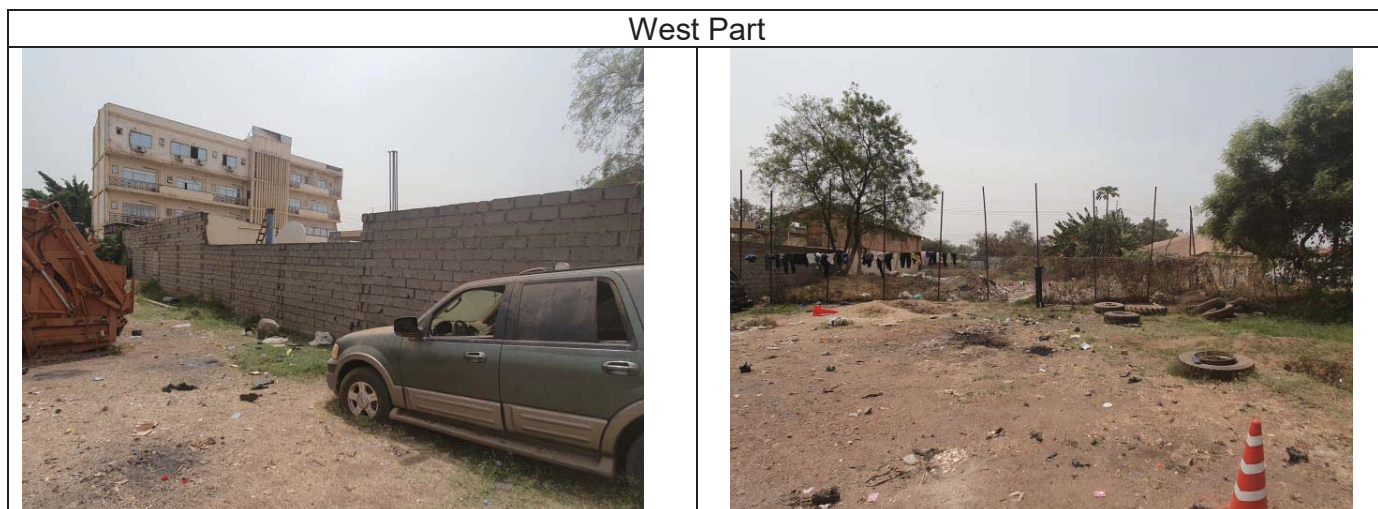


East Part



West Part dumped soil





2.0 Topographic Survey



2.1 Introduction


The topographic survey is conducted with three control points which are seated by the contractor. Six bench marks was given by the client to the contractor, these bench marks are not located on the ground. Based on the control points the five bench marks was found and one bench mark coordination was found wrong, but there was no any signs or indications. The contractor introduces extra two bench marks for the closure of the area.

Therefore, we consider the control points as temporary reference points for our surveying data and as bench mark for future construction.

BENCH MARKS			
P.CODE	EASTING	NORTHING	ELEVATION
BM 1	346644.4976	5536154.6804	-
BM 2	Not correct	Not correct	-
BM 3	346560.4294	536168.2269	-
BM 4	346573.3773	536244.0727	-
BM 5	346658.9888	536227.6973	-
BM 6	346605.8769	536216.4529	-
TBM 7	346592.8700	536162.8300	-
TBM 8	346570.3830	536223.6480	-

CONTROL POINT COORDINATES			
P.CODE	EASTING	NORTHING	ELEVATION
CP 1	346643.936	536173.920	458.707
CP 2	346643.813	536230.249	461.143
CP 3	346607.157	536177.975	458.732

	<p>CP 1</p> <p>Location: at the entrance main Gate</p> <p>Coordinate:</p> <p>Easting: 346643.936</p> <p>Northing: 536173.920</p>
	<p>CP 2</p> <p>Location: at Norther part of masnry wall</p> <p>Coordinate:</p> <p>Easting: 346643.813</p> <p>Northing: 536230.249</p>

	<p>CP 3</p> <p>Location: at Southern septic tank</p> <p>Coordinate:</p> <p>Easting: 346607.157</p> <p>Northing: 536177.975</p>
---	--

Using these control points all the bench marks has been identified and field data collection was done.

In field data collection the existing futures of the surveyed area has been identified and clearly marked for the data processing.

For the surveying and field data collection purpose the contractor uses

Equipment	Manpower
<ul style="list-style-type: none"> - 1 Automatic level machine - 1 Total Station Leica TS02 plus - 4 Prism - Staff 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 surveyor - 1 assistant surveyor - 4 helpers

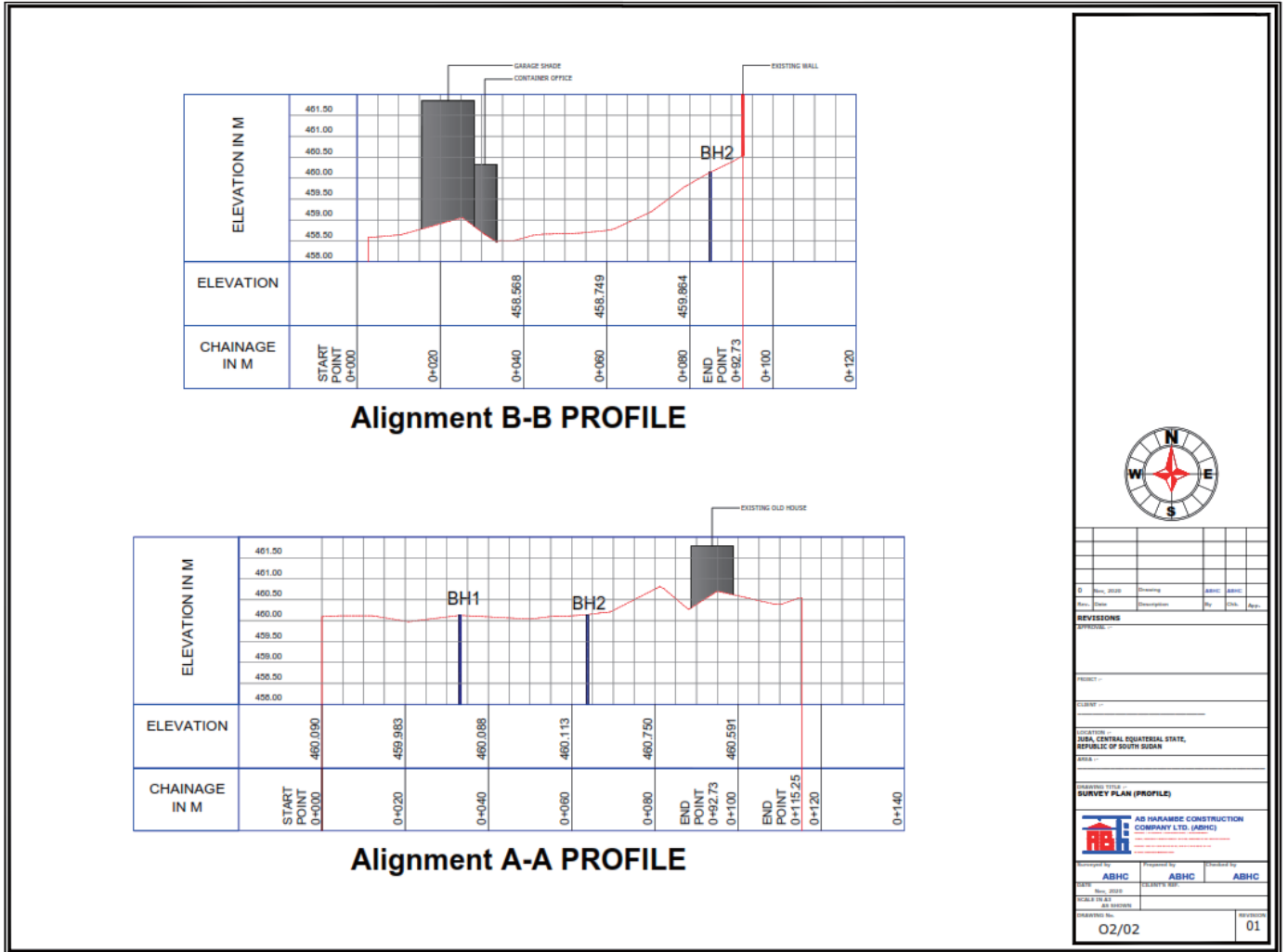
2.2 Data processing

Field data collected and processed in Civil 3-D for the output of the topographic map.





In this process




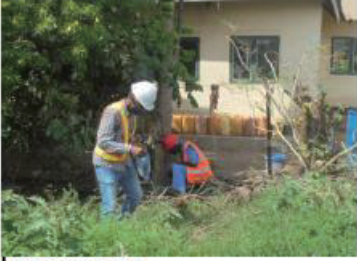

1. All existing futures, Buildings, roads, wall has been Cleary marked and enclosed.

Figure 3: Profile of The Project Site



2.3 Daily reports and photo records.

The Daily Progress Report	
Project : THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN JUBA IN THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN	
Date: 04th November 2020	
* Please attach the photo larger to make it easier to see. * Please make sure that at least one photo is included with the national staff.	
	
Control points	
	
Surveying in Progress and installation of control points	

The Daily Progress Report	
Project : THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN JUBA IN THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN	
Date: 05th November 2020	
* Please attach the photo larger to make it easier to see. * Please make sure that at least one photo is included with the national staff.	
	
	
Bore Hole 2 Location (between the Comactor, The small container can be removed Easily)	
	
	
Bore Hole 1 Location	
	
Surveying in Progress and alocation of BH1 and BH2	

The Daily Progress Report

Project : THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF SOLID WASTE MANAGEMENT IN JUBA IN THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN

Date: 06th November 2020

* Please attach the photo larger to make it easier to see.

* Please make sure that at least one photo is included with the national staff.



Surveying Working around the road sides of the compound (Photo with Mr. Johan and Survey team)



SPT Machine at the site in the location of BH2

資料 8 車両整備ワークショップ建設予定地
地盤・地質調査結果

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT
FOR
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE
MANGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN

PREPARED BY

AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION LTD



FOR: Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)

FEBRUARY 2021

南直行



MINISTRY OF LOCAL GOVERNMENT GOVERNMENT OF SOUTH SUDAN

Geo technical investigation report for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan.

Document No.: DD20-SI-SE-JMC-005

Period of study: 12/11/2020 to 20/12/2020


REV.	DATE	PREPARED	CHECKED	ENDORSED	PAGE(S)	Description
0	15th, February, 2021	ABHEC	ABHEC		149	First submission
		Owner : JUBA CITY COUNCIL.				
		Contractor : AB HARAMBEE ENGINEERING AND CONSTRUCTION LTD.				
		Laboratory Contractor : DRECOMATTS LIMITED				

TABLE OF CONTENTS

1.0 INTRODUCTION	5
1.1 BACKGROUND	5
1.2 OBJECTIVE	5
1.3 SCOPE OF GEOTECHNICAL INVESTIGATION	6
1.4 SITE DESCRIPTION	7
1.5 GEOLOGY	7
2.0 GEOTECHNICAL INVESTIGATION	14
2.1 INTRODUCTION	14
2.2 BORING, SAMPLING AND LOGGING	15
2.3 GROUND WATER TABLE	15
2.4 FIELD INVESTIGATION CHALLENGES	16
2.5 STANDARD PENETRATION TESTS (SPT)	16
2.6 BEARING CAPACITY DETERMINATION	17
2.7 STRATIGRAPHY	19
3.0 LABORATORY WORK	21
3.1 BOREHOLE LABORATORY TEST RESULTS	21
3.1.1 Moisture content Test Results	21
3.1.2 Classification Test Results	21
3.1.3 Particle size distribution	21
3.1.4 Atterberg Limit test results	22
3.1.5 Triaxial tests	22
3.1.6 Permeability Test	24
3.2 WATER TABLE	24
4.0 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION	24
4.1 CONCLUSION	24
4.2 RECOMMENDATIONS	25
REFERENCES	26
APPENDICES	28
APPENDIX 1 –SITE LAYOUT	28
APPENDIX 2 –TEST POINTS AND LAYOUTS	28
APPENDIX 3 –TOPOGRAPHIC MAP	30
APPENDIX 4 –CROSS SECTION OF BH /PROFILE	32
APPENDIX 5– DRILLING LOGS	33
APPENDIX 6– SAMPLE PHOTOS	39
APPENDIX 7– BEARING CAPACITY (A) N-VALUES AND (B) ROCK UCS TEST RESULTS	42
APPENDIX 8– SUMMARY OF CLASSIFICATION RESULTS	44
APPENDIX 9– GRADING RESULTS	45
APPENDIX 10– LIQUID & PLASTICITY INDEX RESULTS	65
APPENDIX 11– COMPACTION	84
APPENDIX 12– TRIAXIAL UU RESULTS	86
APPENDIX 13– CONSOLIDATION TEST RESULTS	94
APPENDIX 14– SPECIFIC GRAVITY TEST RESULTS SUMMARY	96
APPENDIX 15– SUMMARY OF MOISTURE CONTENTS	97

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

APPENDIX 16– IMPLIMENTATION PHOTOGRAPHS	98
---	----

LIST OF FIGURES

Figure 1: Map of the Project Site of the Republic of South Sudan.....	8
Figure 2: Map of Juba city.....	9
Figure 3: Topographical Map of proposed site.....	10
Figure 4: Site location map of boreholes (BH) and excavation pits (EP).....	11
Figure 5: Baseline map of Juba City.....	13
Figure 6: Geological map of Republic of South Sudan.....	14
Figure 7: Borehole profile.....	20

LIST OF TABLES

Table 1: Bore hole coordinates, and Depths	15
Table 2: Water Levels	15
Table 3: Approximate Allowable Bearing capacity	19
Table 4: Type of test and testing standards	21
Table 5: Quantity of Triaxial test performed	23
Table 6: Summary of Triaxial test results UU	24

1.0 INTRODUCTION

1.1 Background

Juba is the capital of Republic of South Sudan and serves as the Head quarter of Central Equatorial state. It has spectacular rugged high relief landscape and plains recording an average altitude of 468 meter above sea level. The mountain covers the East, west and north part of Juba forming sharp scenic peaks and wide valley. The project area is situated 400 meters from the **White Nile River plains**.

In November 2020 **AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION Ltd** Was contracted by **Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)** to carry out ground investigation for the proposed development of Building for maintenance of waste collection vehicle in down town Juba. The ground investigations were required to determine Geo technical information including design parameters for the proposed structural foundations and any associated infrastructure. The Geo technical investigations were conducted taking into account BS 5930: 1999 “Code of Practice for Site Investigations”.

AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION Ltd sub contracted a professional Geo technical and Material Engineering firm trading as **Drecomatts Limited** based in Nairobi Kenya, to undertake the laboratory tests and analysis.

The Geotechnical investigations were performed from the 09th of November to 19th of December 2020 and 4 boreholes were drilled to a maximum depth of 20m and 2 excavated pits to a depth of 2m below ground level. In total, 70 m were drilled & 4 m were excavated, Standard Penetration Tests were performed. Disturbed soil samples were abstracted for each change of layer in each borehole for further laboratory analyses.

The Geotechnical contractor’s responsibility under this contract is to carry intrusive sampling, collection of field data, laboratory testing and interpretation of ground conditions encountered during the ground investigation (and any results of the desk study) to aid in the design of the proposed underground structures. AB Harambe Engineering and Construction Ltd personnel are not the designers and are not responsible for validation of any proposed design. The information

provided is however expected to be sufficient for a competent designer to undertake the design of all relevant parts of the structures.

1.2 Objective

The purpose of this report is to investigate and provide reliable, specific and detailed information about the physical, mechanical properties, thickness of the foundation ground, as well as to provide the designer with the necessary information which will be required for a safe and economic design and excavation of the engineering works, such as the soil bearing capacity, recommended foundation depth and type and other special recommendation which depends on the nature of the site .The overall purpose was to evaluate the conditions of the existing soils to generate necessary data for foundation structural design.

The specific objectives are to:

- Ascertain the soil profiles at the locations of the proposed substructure (foundation).
- Establish strength (allowable bearing capacities) and classify soils of proposed project area.

1.3 Scope of Geotechnical Investigation

The scope of the Ggeotechnical investigations comprised of the following:

1. Review of available data pertinent to the site.
2. Making visits to the site in order to collect information about site nature, topography of the site, geological features and other properties concerning the project site.
3. Drilling of Four boreholes (BH) and sampling of disturbed and undisturbed samples. Excavating two inspection trenches (EP) in addition to the above 4 bore holes. Logging of all the boreholes and inspection pits for strata profiling.
4. Performing the necessary field and laboratory tests, and carrying out the geological description of the obtained materials including Logging of all the boreholes and inspection pits for strata profiling; Carrying out Standard Penetration Tests at 1.5m intervals; Registering the ground water occurrence (depth of water table) for each borehole and inspection pit and

Laboratory testing of disturbed and undisturbed samples for classification properties i.e. particle size distribution and grading curve, Atterberg limit, moisture content, triaxial test and Unconfined Compressive strength;

5. Applying engineering analysis of field findings and laboratory results.

6. Developing conclusions and recommendations concerning design and construction of the safest and economical foundations.

1.4 Site Description

The project is intended for the construction of the new workshop building which is to maintain the condition of waste collection vehicle at Juba Town. The project area is located inside the premises of the Ministry of Local Government opposite Juba prison.

The six test points are located at the following coordinates

BH1: - located at Easting's: 346592.67 and Northings: 536232.032) at elevation of 460.124

BH2: - located at easting: 346226.944 and Northings: 536226.841) at elevation of 460.137

BH3: - located at easting: 346617.885 and Northings: 536232.24) at elevation of 460.360

BH4: - located at easting: 346634.756 and Northings: 536218.853) at elevation of 460.130

EP1: - located at easting: 346605.475 and Northings: 536231893) at elevation of 460.130

EP2: - located at easting: 346638.406 and Northings: 536214.336) at elevation of 459.760

The site location map/view is depicted in **Figure 1** and **Figure 2** below.

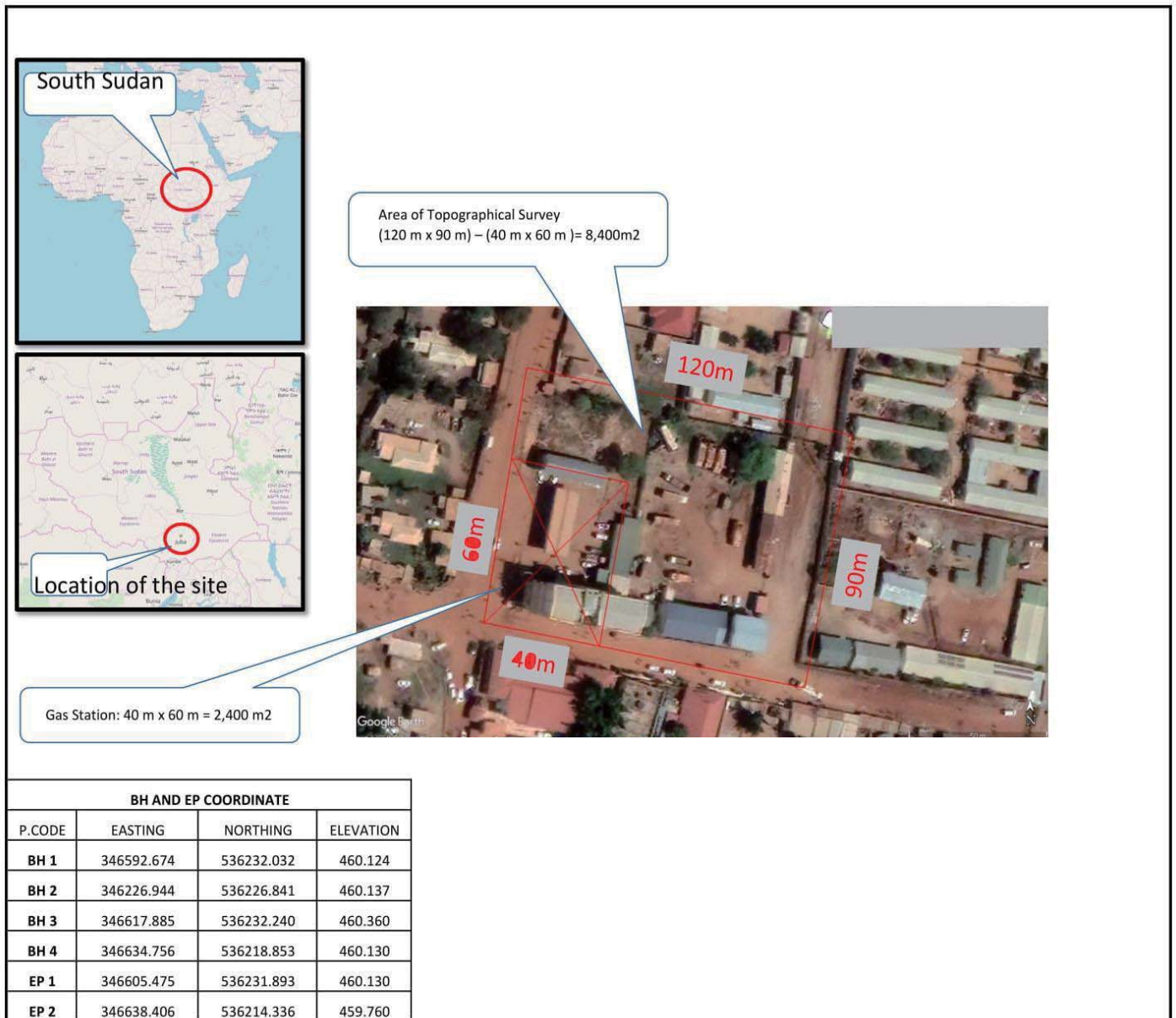


Figure 1: Map of The Project Site of the Republic of South Sudan

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

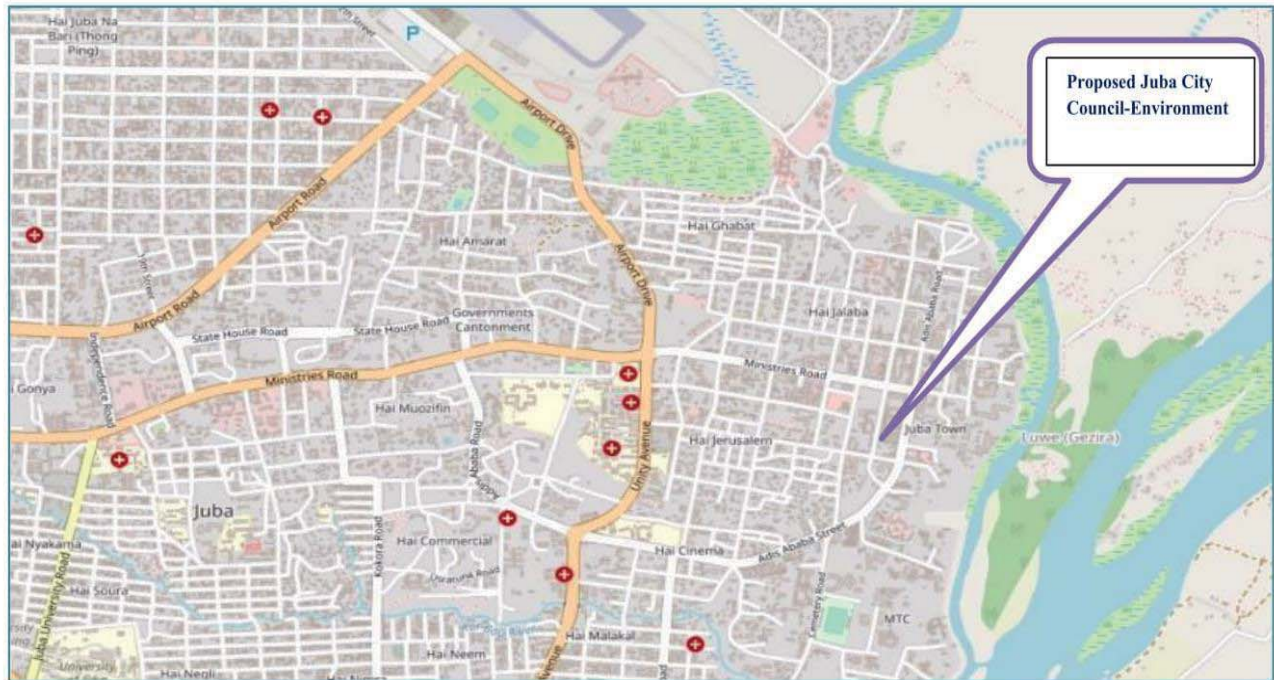
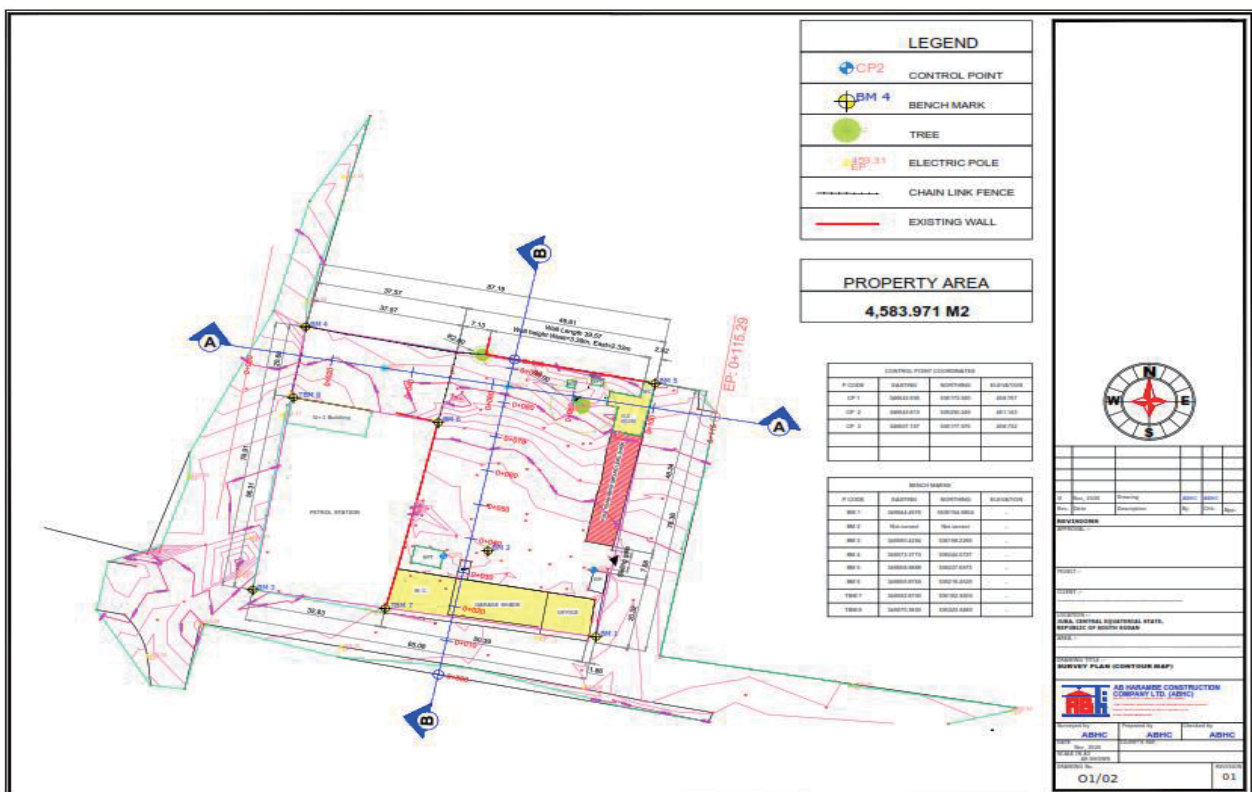


Figure 2: Map of Juba City



Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

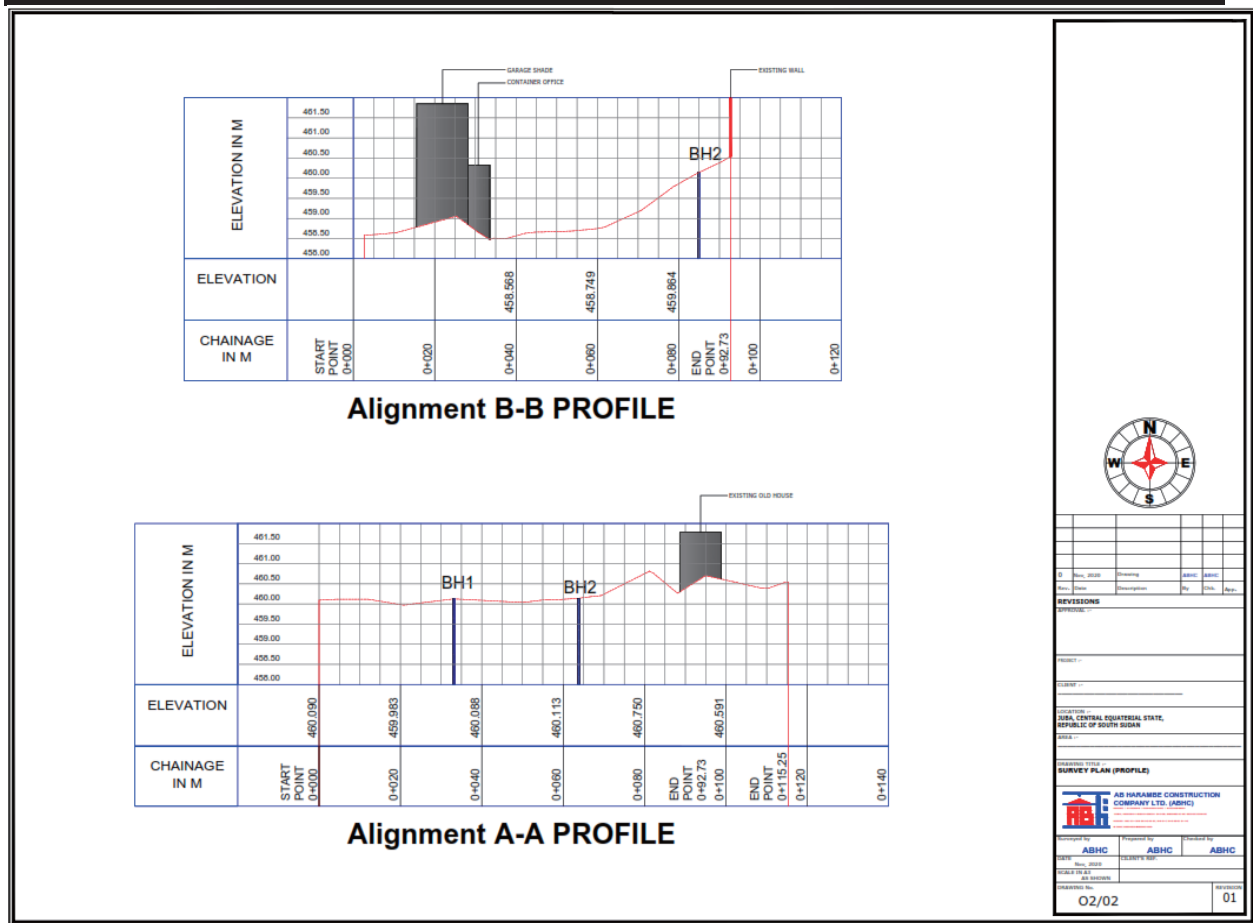


Figure 3: Topographic Map of the proposed site

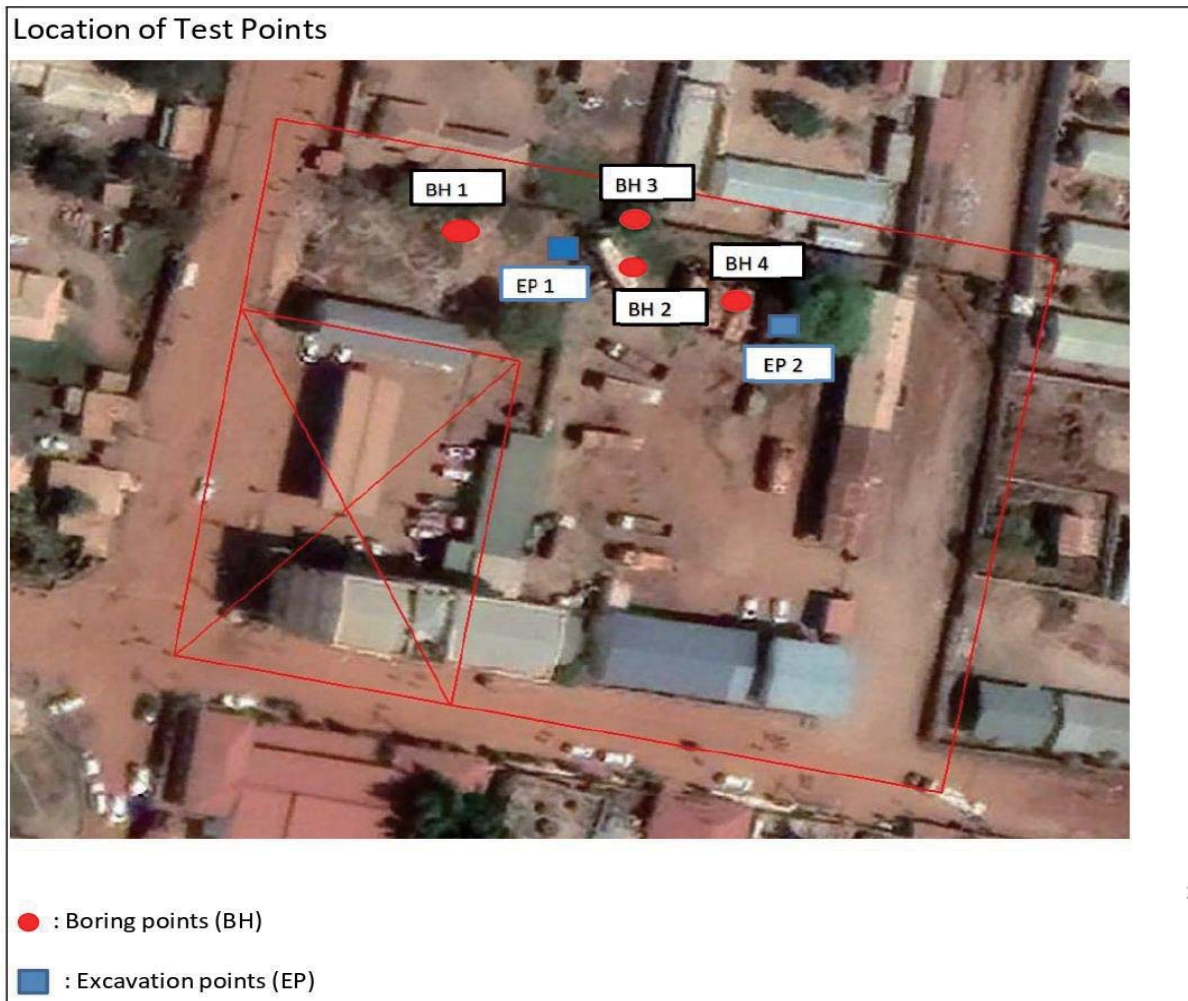


Figure 4: Site location map of the boreholes (BH) and Excavation pits (EP)

1.5 Geology

The geological maps (e.g. **Figure 4**) indicate the site is underlain by a metamorphic complex which forms basement complex intruded by granitic and dolerite rocks. The basement is overlain by alluvial and surficial deposits. The geophysical study that was done by University of Juba, Geology & Mining College of Natural Resources and Environmental Studies reveals the basement complex comprises of four types of Gneiss i.e. 1) banded Gneiss, 2) Biotitic gneiss, 3) augend gneiss and 4) Nile gneiss.

1) **The Banded Gneiss** has clear bands which are light Grey on fresh surface and light brown on weathered surface. They are composed principally of quartz, feldspar mica and pyroxenes with

subordinate amphiboles. They are high grade metamorphic rock that occurs as parent rock hosting many intrusions such as granitic, plutons and dykes. Foliations and quartz veins are highly visible. The texture is medium to coarse grained.

2) **Biotitic Gneiss** they look Grey on the fresh surface and dark on weathered surface. It is composed of Biotitic, amphiboles, hornblende, quartz, feldspar and it has a coarse-grained texture.

3) **Amgen Gneiss** they form very large exposure associated with quartz-Feldspathic with some which are wholly porphyroblastic. The main constituents of Amgen are the quartz, feldspar or amphiboles. Weathered surface of this Amgen gneiss is greyish to brownish and fresh surface is light Grey.

4) **Nile gneisses** are composed principally of gneisses of amphibolite facies with subordinate meta-sediments and amphibolite. Foliation trends are poorly defined but generally in Northerly direction.

Site geology: The site falls in a pre-cambrian shield underlain by metamorphic rock composed dominantly of Gneisses and granitic rocks that are medium to high grade metamorphic deformed during end pre-cambrian Pan African orogenic event. The rocks are generally hard and impermeable and occurs at shallow depths (2.5 to 10m) mainly underlain by predominantly alluvial cays and silts with some particles of sand and gravel. The depth of groundwater in Juba remain constant at 1.5-2m during the drilling period. The water level was taken about 10-35 days on completion of drilling exercise and after heavy rains had hit the area. This water table will vary during the rainy season and it might disappear completely during the dry season yet it's the longest.

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

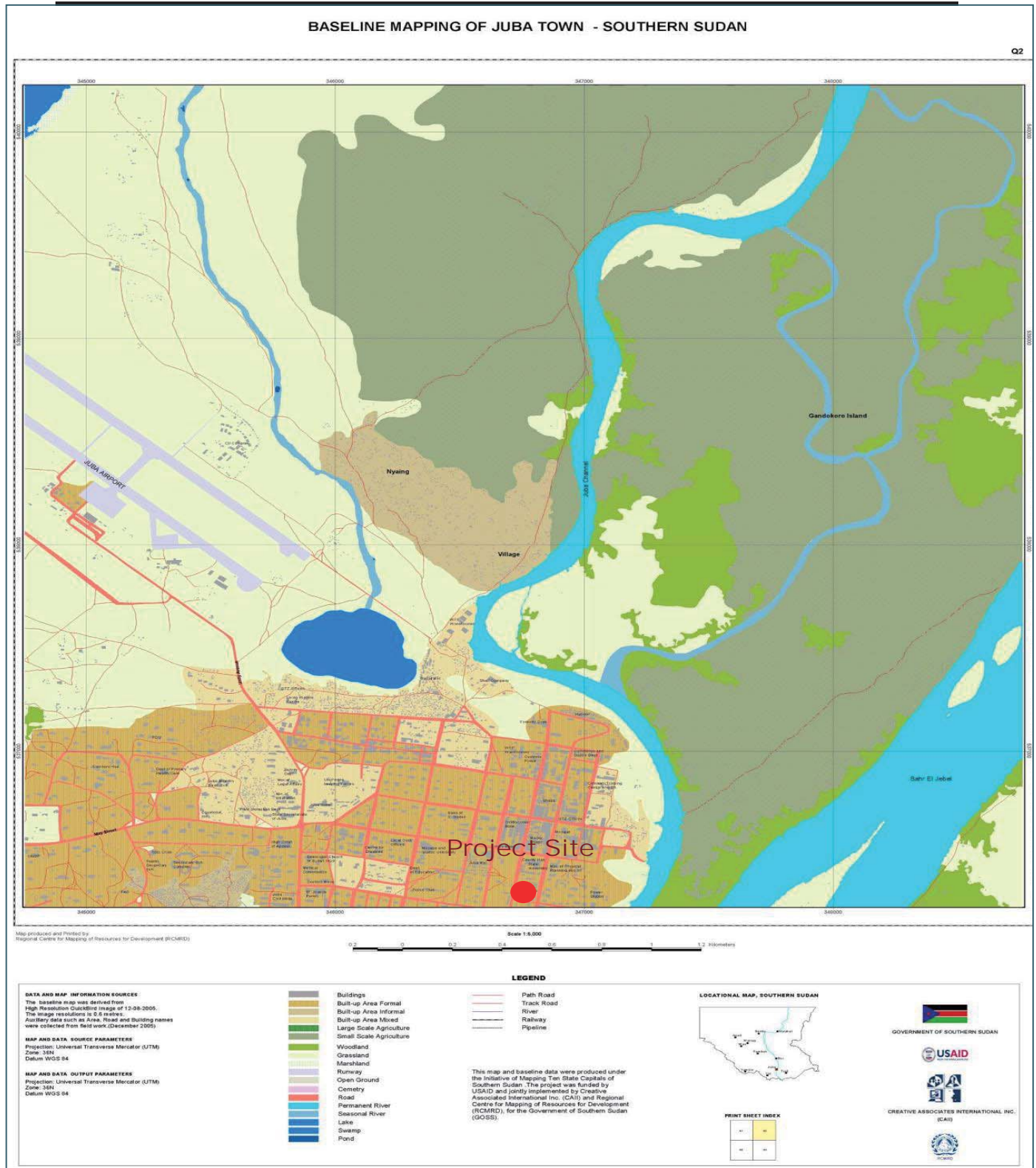


Figure 5: Baseline map of Juba City

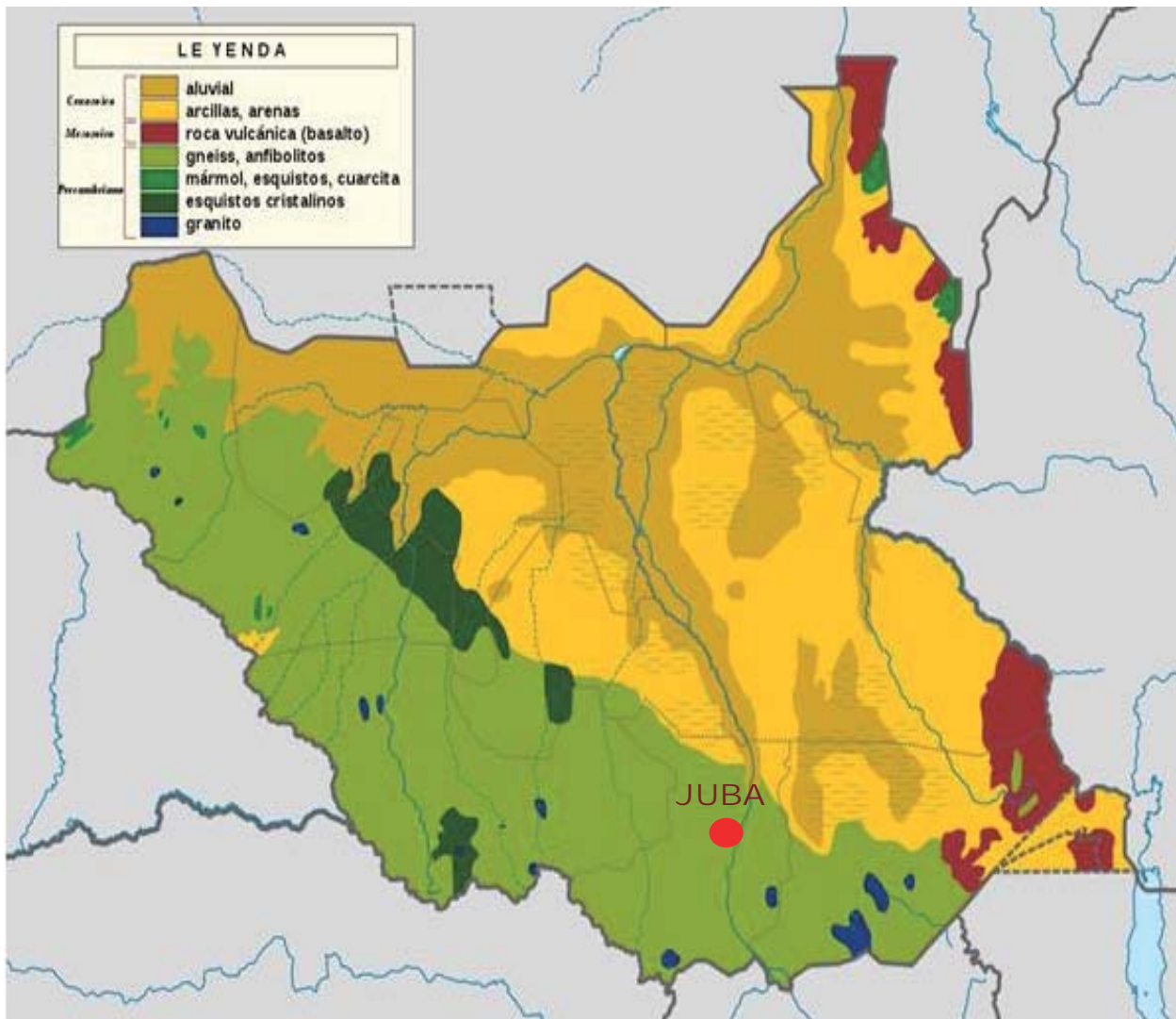


Figure 6: Geological map of Republic of South Sudan

2.0 GEOTECHNICAL INVESTIGATION

2.1 Introduction

All exploratory activities were conducted in accordance with BS 5930: 1990 “Code of Practice for Site Investigations” and included Excavation of 2 inspection pits and drilling of 4 Boreholes using XY-100 rotary drilling rig, sampling, logging, backfilling of the boreholes, SPT testing and laboratory testing of the recovered samples. Subsequent sections of this report show the details recorded during the investigation. The boreholes field-work summary is presented in **Table 1**

below. The exact location of the drilling points is shown on a site drawing attached in Appendix1.

2.2 Boring, Sampling and Logging

Each borehole was profiled according to ‘A Guide to Practical Geotechnical Engineering in Southern Africa: 1995’ and BS 5930:1990, sampled as instructed by the client. The test points were later backfilled. Detailed soil profiles of the exploratory boreholes are presented in Appendix 3 of this report. The photographic record of the investigation is shown in Appendix 3 and Appendix 14.

Table 1: Borehole Coordinates, Depth Investigated & Position of GWT

BH No.	Elevation(m)	Coordinates		Started Date	Finished Date	Drilling /excavation Depth (m)	No. of Disturbed Samples	No. of Undisturbed Samples	No. of SPTs
		X	Y						
BH1	460.124	346592.67	536232.032	23-11-20	26-11-20	15.0	5	0	3
BH2	460.137	346226.944	536226.841	16-12-20	20-12-20	15.0	5	0	2
BH3	460.360	346617.885	536232.24	16-11-20	18-11-20	20.0	5	0	4
BH4	460.130	346634.756	536218.853	18-12-20	20-12-20	20.0	5	0	2
EP1	460.130	346602.475	536231.893	15-12-20	15-12-20	2.0	2	0	0
EP2	459.760	346634.756	536218.853	15-12-20	15-12-20	2.0	2	0	0

2.3 Ground Water Table

Ground water table (GWT) was not recorded during the drilling period but after 9-30 days it was recorded. On BH1 it stood at 2.0m, BH2 at 1.5m, BH3 at 1.3m, BH4 at 1.2, at EP1 at 1.1m and EP2 at 1.4m below ground level.

Table 2; -Water level

Location	Water level (m)	Elapsed time (days)	
BH1	2.0	20	
BH2	1.5	30	
BH3	1.3	14	
BH4	1.2	16	
EP1	1.1	10	
EP2	1.4	10	

2.4 Field Investigation Challenges

Two challenges were encountered in the field, on bore hole one (BH1) the upper layers collapsed on the drilling tool at 15m. The drilling head gear systems and associated jaws holding the spindle rod broke down while trying to remove the stuck tools. Two drillers left work mid-way without notice.

Another challenge was accessing drilling spare parts and experienced Engineering Workshop in Juba. The problem was solved with experts for drilling machine, who was able to get a solution with capability to fabricate the gear systems.

2.5 Standard Penetration Tests (SPT)

Standard Penetration Tests (SPTs) were performed in each borehole at intervals presented in **Table 3** below and comprised of the following:

- Conducted using a 63.5 kg driving hammer falling ("free fall") from a height of 760 mm.
- Driving the standard split-barrel sampler of internal and external diameters 35mm and 50mm respectively to reach a distance of 450 mm into the soil at the bottom of the boring at every 1.5m depth interval.
- Counting the number of blows required to drive the sampler each 150 mm increment of a total of 450 mm penetration. The blow count for the first 150 mm increment was discarded and the sum of the blow counts for the last 300 mm increment was recorded as the SPT 'N' value.

According to Clayton (1993), apart from the soil conditions in which the test is made, the result of the SPT test is influenced by three main groups of factors associated with: drilling or boring technique, SPT test equipment and test procedure. The influence of these factors is considered below.

The measured SPT 'N' values were corrected for the overburden, equipment and borehole to establish the corrected SPT ' N_{cor} ' values, from which estimated soil design parameters were ascertained and presented in **Appendix 6** of this report. The overburden correction factor for clayey soil is 1.0. The equipment and borehole factor correction factors used are highlighted below.

- Equipment correction and borehole size correction factors apply.
- The effect of overburden is negligible for cohesive soils, and no overburden correction factor C_N is required.
- The energy ratio is normalized to 60% of total energy, N_{60} .
- Corrected SPT ‘N’ value, $N_{cor} = N_{60} = C_N C_{ER} N$. Where, N is measured SPT ‘N’ value and C_{ER} is equipment & borehole correction factor given by:
- $C_{ER} = C_H C_R C_s C_B$.

Energy ratio correction factors to be applied to SPT value to account for equipment and borehole size (Adapted from Skempton, 1986 and Takimatsu and Seed, 1987). Extracted from “Hand book of Geotechnical investigation and design tables 2nd Edition page 51 table 4.9

To account for	Parameter	Correction factor
Hammer – release – country		
Hammer (C_H)		
	Donut – free fall (Tombi) – Japan	1.3
	Donut – rope and pulley – Japan	1.1
	Safety – rope and pulley – USA	1.0
	Donut – free fall (Trip) – Europe, China, Australia	1.0
	Donut – rope and pulley – China	0.8 ●
	Donut – rope and pulley – USA	0.75
Rod length (C_R)		
	>10m	1.0
	10m to 6m	0.95
	6m to 4m	0.85 ●
	4m to 3m	0.75 ●
Sampler (C_s)		
	Standard	1.0 ●
	US sampler without liners	1.2
Borehole	65mm – 115mm	1.0
Diameter (C_B)	150mm	1.05 ●
	200mm	1.15

Note: The corrected (N_{cor}) values of 0.6 was determined between rod lengths of 0-4m while a corrected N_{cor} value of 0.68 was used between 6-4m.

2.5.1 Bearing Capacity Determination

The corrected SPT ‘N’ values (N_{cor}) in **Table 3** were averaged for the entire depth investigated from the borehole logs, the borehole soils are generally Sands in nature, mixed with significant amounts of gravel; silts were also present. For the purpose of computing the soils’ bearing

capacities, all soils were considered cohesive soils. Thus the empirical relationship established by Peck et al., (1974) between corrected SPT 'N' values (N_{cor}) and unconfined compressive strength (q_u) holds and is given below.

$$q_u = kN_{cor} \text{ kPa}$$

Where, k is the proportionality factor established from empirical correlations between the unconfined compressive strength (q_u) and the corrected SPT 'N' values (N_{cor})

A value of $k = 12$ has been recommended by Bowles (1996) for a standard energy ratio, $R_{es} = 70\%$. However, based on the 60% standard energy ratio adopted in United Kingdom, a value of $k = 13.27$ has been recommended and was used in the computation of the unconfined compressive strength. Thereafter the undrained cohesion (c_u) was obtained from the unconfined compressive strength (q_u) as,

$$c_u = q_u/2 \text{ kPa}$$

The ultimate bearing capacity (q_{ult}) was computed from the relationship,

$$q_{ult} = c_u N_c \text{ kPa}$$

Where N_c is the bearing capacity factor for clay/silt soils

Skempton (1951) gives different bearing capacity factor N_c for clay soil with respect to depth and foundation width ratio for different shapes of foundations. For purposes of computations, the least bearing capacity factor N_c of 5.14 was used.

The approximate allowable bearing capacity (q_{all}) in **Table 3** was obtained by dividing the ultimate bearing capacity (q_{ult}) by the Factor of Safety (Fs) of 3.0 irrespective of the site conditions.

$$q_{all} = q_{ult}/Fs \quad \text{where stands for Factor of Safety.}$$

For comparison purposes, Clayton (1993) stated that it is better to always make a rapid, albeit crude estimate of the allowable bearing capacities using more than one method. In this report a quick approximation of the allowable bearing capacities is given by the Terzaghi and Peck (1948) relationship below:

$$q_a = 10N$$

Where q_a is in kPa.

The allowable bearing capacities from the two methods were identical as shown in **Table 3**.

Detailed results for bearing capacities are shown in **Appendix 6**.

Table 3: Approximate Allowable Bearing Capacity from Corrected SPT ‘N’ Values

BH No.	Depth (m)	Corrected SPT ‘N’ Value, (N_{160})	Unconfined Compressive Strength q_u (kPa)	Undrained Cohesion C_u (kPa)	Allowable Bearing Capacity- Terzaghi and Peck (1948) $Q_{all=N_{cor}}$ (kPa)	Allowable Bearing Capacity Terzaghi and Peck, 1967 Q_{all} (kPa)
BH 1	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	3.0	>30	>390	>195	>300	>341
BH 2	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	2.5	>30	>390	>195	>300	>341
BH 3	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	3.0	>30	>390	>195	>300	>341
	4.5	>34	>398	>226	>340	>387
	5.8	>34	>398	>226	>340	>387
BH 4	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	3.0	>30	>390	>195	>300	>341

2.6 Stratigraphy

The site investigation indicates that the geological sequence at the site generally comprises of mainly clays, silts and sands. **Figure 7** shows drilling logs to a maximum depth of 20m. It shows that ground is very variable across the site.

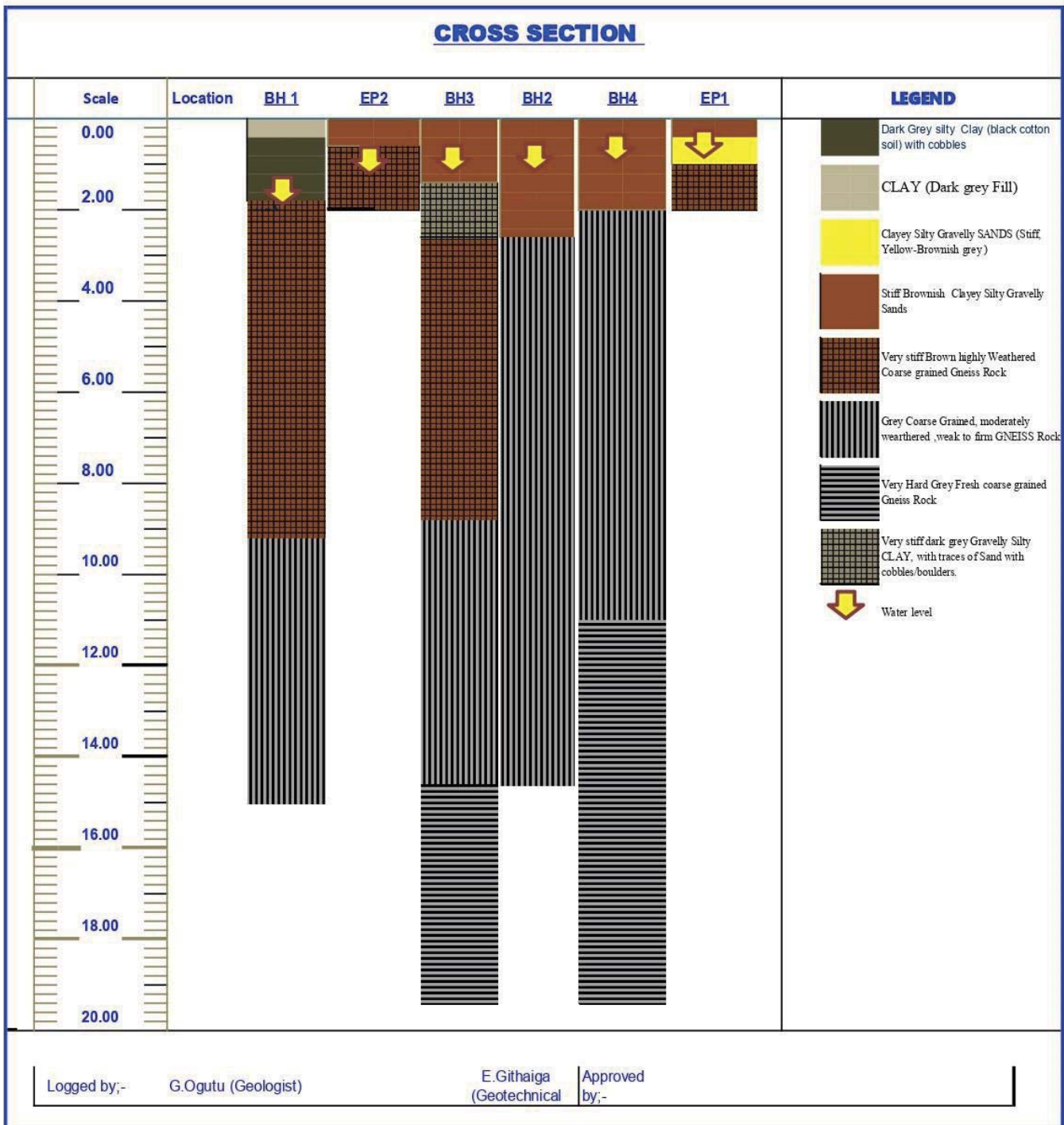


Figure 7: Borehole profiles

3.0 LABORATORY WORK

Soil samples recovered from the boreholes were tested in accordance with the test standard procedures listed in **Table 4** below.

Table 4: Tests on Samples from the Boreholes.

Test Description	International Standard
1. Disturbed Samples	
In-situ Moisture Content	BS 1377: Part 2, Clause 3:1990
Particle Size Distribution	BS 1377: Part 2, Sub cl. 9.2: 1990
Plastic Limit & Plasticity Index	BS 1377: Part 2, Clause 4,5&6:1990
Specific gravity	BS 1377:Part 2, Clause 8: 1990
Compaction test	BS 1377 part 4 1990
2. Undisturbed Samples	
Unconfined Compression	BS 1377:Part 7: 1990
Consolidation test	BS 1377:Part 5 1990
Triaxial Shear Test	BS 1377:Part 7: 1990
Unconfined compression test-Rock	BS 5930 :Part 7: 2015

3.1 Borehole Laboratory Test Results

Laboratory tests included index property tests and triaxial compression tests.

3.1.1 Moisture content Test Results

Natural moisture content values ranges from 0.3% to 19.5%. A detailed assessment of the data reveals that moisture contents are low. From visual examination, the water content of the stone fraction alone was found to be negligible. Moisture content results are shown on the summary for classification test results attached in **appendix 7**.

3.1.2 Classification Test Results

Borehole soils were classified according to their particle size distribution (PSD) and Natural moisture test results. The summary of the laboratory results is attached in **appendix 7** of the report.

3.1.3 Particle size distribution

Particle size distribution curves for the formations at the site are shown on **Appendix 8**. Results show that the site is underlain by Sandstone, Gravels, Sands and some silts. This is indicated by majority of the grading curves.

3.1.4 Atterberg Limit test results.

A paste specimen made from 150 gm thoroughly mixed portion of air dried material passing 425 micron IS sieve is used to determine the Liquid Limit (LL). This is repeated at least to have four sets of values of penetration in the range of 14 to 28 mm. The plastic limit (the moisture at which the specimen changes from liquid state to solid is determined. The difference between the liquid limit and plastic limit is calculated and reported as Plasticity Index (PI).

$$PI=LL-PL$$

The fine grained portions of the material showed a range of plasticity from PI zero to 8.2% as shown on **Appendix 9**. Majority of the samples tested plotted below the A-line on the plasticity chart. It can therefore be concluded that all the fine grained portion of the materials on site predominantly behave as sand and gravel of vary plasticity.

3.1.5 Triaxial tests

a) **Triaxial tests included the Undrained Unconsolidated Triaxial test (UU).** UU test was carried out in accordance with BS1377:1975 and ASTM D 2850 standard procedure. The nominal specimen sizes were 38mm diameter by 76mm length. Compression was carried out at a rate of about 1.5 mm/min (2 % per minute). Disturbed soil samples were remoulded to attain a maximum dry density (MDD) of 70-80% and optimum moisture content (OMC). The resultant specimen was subjected to a confining fluid pressure of 0.5, 1.5 and 2.5Kg/cm² in a triaxial chamber. Visual classification had shown the soils on test points E1 and E2 to be clays silt and hence adapted UU test method. The laboratory gradation and Atterberg tests classified the soils as Sands and hence the adaption of Direct shear test in the later samples. Test results are as summarised in **Table 6**. Detailed results are attached as **Appendix 11**.

EP1 (0.0-1.0M)	Cell pressure (kg/cm ²) σ ₃	Deviator stress (kg/cm ²) (σ ₁ - σ ₃)	Major Princ.stress kg/cm ²) σ ₁
TEST 1	0.5	0.94	1.44
TEST 2	1.5	2.18	3.68
TEST 3	2.5	3.42	5.92

EP2 (0.0-1.0M)	Cell pressure (kg/cm ²) σ_3	Deviator stress (kg/cm ²) ($\sigma_1 - \sigma_3$)	Major Princ.stress kg/cm ² σ_1
TEST 1	0.5	0.97	1.47
TEST 2	1.5	2.01	3.51
TEST 3	2.5	3.15	5.65

b) **Direct shear test.** The bulk samples (disturbed) were prepared in the same way as UU (above) and applied a load of 1.02, 2.04 and 3.04Kg/cm² and shear force at failure recorded in the shear box apparatus. The shear parameters were determined from remoulded specimen to attain 70-80% of, MDD/OMC.

Note two (2) compaction tests were carried out to determine the MDD/OMC for the calculation remoulded soils.

The number of test trials carried out on each sample is as summarised in **Table 5**. It should be noted that as a result of the nature of the soils at site, in some cases, the quantity of the sample was inadequate to carry out all test. In all cases no undisturbed samples were recovered.

Location	Depth (m)	Number of Test Trials per sample	
		UU	Direct Shear
EP1	0.00-1.00	1	
BH1	0.00-1.00		1
BH2	1.00-1.50		1
BH3	0.00-1.00		1
BH4	0.00-1.00		1
EP2	0.00-1.00	1	

Table 5: Summary of Triaxial and shear box tests carried out- (Remoulded specimens).

Specimen diameter = 38mm		Bulk Density (kg/m ³)	Average Moisture Content (%)	Angle of Internal friction (degrees).	Cohesion (Kg/cm ²)
Location	Depth(m)				
EP1	0.0 - 1.00	2183	9.4	21	0.12
EP2	0.00 - 1.00	1878	19.5	20	0.16
BH1	0.00 - 1.00	1712		27	0.02
BH2	0.00 - 1.00	1680		23	0.12
BH2	1.00 - 2.00	1680		25	0.13
BH3	0.00 - 1.00	1565		26	0.03
BH4	0.00 - 1.00	1580		25	0.09

Table 6: Undrained Unconsolidated triaxial compression and Shear box test results.

Results show the bulk densities for Sands are relatively high ranging between 1565 and 2183kg/m³. This is attributed to unsaturated soil conditions at site. The angle of internal friction was generally moderate ranging between 20 to 27°. This is attributed to the fact that the site is underlain by mainly silt sands. The Undrained cohesion was ranging between 0.03 to 0.16 kg/cm².

Note; In practice undisturbed soil samples (i.e. U100) usually gives reliable results but it was practically impossible to recovered this type of sample) and hence the adoption of remoulded specimens.

3.1.6 Water Table

Occurrence of ground water was monitored in all the Boreholes and water was encountered in all the 6 test points (refer table 2 above).

4 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

4.1 Conclusion

According to the field exploration, laboratory testing, subsurface conditions and engineering analysis, it can be concluded that the existing ground at the proposed site for Juba City Council Sanitary and Environmental Building is strong enough to support the expected building loads without special modifications and the following recommendations are given:

Ground water table (GWT) was encountered in all the boreholes.

The site is predominantly underlain by Silky-Reddish brown grey clayey silt Sands and highly weather gravelly, Salty Sand.

The drilling logs and bearing capacity results show that the ground is marginally/minimal variable both in the lateral and vertical direction. The consistency for cohesive soils varies from firm to very stiff and that for cohesion less soils varies from dense to very dense.

The soils have a moisture content ranging from 5.6% – 19.5% and the plasticity index is deduced as Non Plastic with LL ranging from from 28.5% to 45.5% which indicates sands/silts of low to none to plasticity tendency.

Less than twenty percent of the soil particles passed sieve 75mm which confirms that the type of soils found in Juba town predominantly silts and sands.

The bearing capacities computed using the two empirical relationships are fairly identical. Estimates of allowable bearing capacities derived from corrected SPT ‘N’ values vary from each borehole location. There is no direct correlation of the magnitude of SPT N-values with depth especially due to changes in the type of material encountered. In all cases refusal(N-Value>50) was attained at 1.5m below ground level giving, allowable bearing capacity of greater than 334Kpa. A bearing capacity of 350 can be adopted for this site.

The soil has angle of internal friction in the range between 20° 23°. The cohesion is in the range between 0.03-0.16 kg/cm and the unconfined compressive strength of underlying weathered rock between 13 to 53N/mm². The soils at the site are well draining but the rock is impervious.

4.2 Recommendations

1. Depending on the applied stresses from the structures intended to be placed, suitable founding depths should be chosen in such a way that the total net foundation pressure is less than the allowable bearing capacity.

2. Foundation ground; -Based on our findings and analyses of the encountered material, it is recommended that the foundations of the proposed building be laid on moderately weathered Gneiss rock.
3. Foundation depth; - Found at 1.5m across the site.
4. Type of foundation; - Pad type of foundation is recommended (The Engineer to use his preferred type of foundation).
5. Ripability and method of excavation; - The congenital excavation equipment such as Loaders and Dozers will be needed for excavation works.
6. Surface run off; - It is recommended to protect the foundation ground and excavation from surface water both during and after construction by providing proper drainage and protection system. Surface water, if existed, should be diverted away from the edges of the excavations.
7. All excavations should be supervised by a competent person.

REFERENCES

1. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. British Standards 1377: 1995 and British Standard 1377: 1990. Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes, London, 1990.
2. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. British Standards 5930: 1999. Code of Practice for Site Investigations, London 1981.
3. VICKERS, BRIAN (1978); Laboratory work in Civil Engineering Soil Mechanics. Granada Publishers, London.
4. Bowles Joseph E; Foundation Analysis and Design, Second Edition. McGraw Hill Companies, Tokyo, 1997.
5. G.E Barney; Principles and Practice of Soil Mechanics, First Edition. Macmillan Press Ltd, London, 1995
6. G Bryen, JP Everett and K. Schwartz. A Guide to Practical Geotechnical Engineering in Southern Africa, Frank pile, Third Edition, 1995.
7. Department of US Army Corps of Engineers, CECW-EG Engineer Manual 1110-1-1904 Engineering and Design of SETTLEMENT ANALYSIS, Washington, DC 20314-1000, 1990.
8. MJ Tomlinson; Foundation Design & Construction, Sixth Edition. Addison Wesley Longman Limited, Edinburgh Gate, Harlow Essex CM20 2JE, 1998.

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

9. R. F. Craig; Soil Mechanics, Fourth Edition. Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, 1990.
10. V.N.S Murthy: Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering, @ Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.
11. Burt G. Look; Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables © 2007 Taylor & Francis Group, London, UK

資料 8 車両整備ワークショップ建設予定地
地盤・地質調査結果

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

GEOTECHNICAL INVESTIGATION REPORT
FOR
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF WASTE
MANGEMENT IN JUBA, THE REPUBLIC OF SOUTH SUDAN

PREPARED BY

AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION LTD



FOR: Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)

FEBRUARY 2021

南直行



MINISTRY OF LOCAL GOVERNMENT GOVERNMENT OF SOUTH SUDAN

Geo technical investigation report for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan.

Document No.: DD20-SI-SE-JMC-005

Period of study: 12/11/2020 to 20/12/2020



REV.	DATE	PREPARED	CHECKED	ENDORSED	PAGE(S)	Description
0	15th, February, 2021	ABHEC	ABHEC		149	First submission
		Owner : JUBA CITY COUNCIL.				
		Contractor : AB HARAMBEE ENGINEERING AND CONSTRUCTION LTD.				
		Laboratory Contractor : DRECOMATTS LIMITED				

TABLE OF CONTENTS

1.0 INTRODUCTION	5
1.1 BACKGROUND	5
1.2 OBJECTIVE	5
1.3 SCOPE OF GEOTECHNICAL INVESTIGATION	6
1.4 SITE DESCRIPTION	7
1.5 GEOLOGY	7
2.0 GEOTECHNICAL INVESTIGATION	14
2.1 INTRODUCTION	14
2.2 BORING, SAMPLING AND LOGGING	15
2.3 GROUND WATER TABLE	15
2.4 FIELD INVESTIGATION CHALLENGES	16
2.5 STANDARD PENETRATION TESTS (SPT)	16
2.6 BEARING CAPACITY DETERMINATION	17
2.7 STRATIGRAPHY	19
3.0 LABORATORY WORK	21
3.1 BOREHOLE LABORATORY TEST RESULTS	21
3.1.1 Moisture content Test Results	21
3.1.2 Classification Test Results	21
3.1.3 Particle size distribution	21
3.1.4 Atterberg Limit test results	22
3.1.5 Triaxial tests	22
3.1.6 Permeability Test	24
3.2 WATER TABLE	24
4.0 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION	24
4.1 CONCLUSION	24
4.2 RECOMMENDATIONS	25
REFERENCES	26
APPENDICES	28
APPENDIX 1 –SITE LAYOUT	28
APPENDIX 2 –TEST POINTS AND LAYOUTS	28
APPENDIX 3 –TOPOGRAPHIC MAP	30
APPENDIX 4 –CROSS SECTION OF BH /PROFILE	32
APPENDIX 5– DRILLING LOGS	33
APPENDIX 6– SAMPLE PHOTOS	39
APPENDIX 7– BEARING CAPACITY (A) N-VALUES AND (B) ROCK UCS TEST RESULTS	42
APPENDIX 8– SUMMARY OF CLASSIFICATION RESULTS	44
APPENDIX 9– GRADING RESULTS	45
APPENDIX 10– LIQUID & PLASTICITY INDEX RESULTS	65
APPENDIX 11– COMPACTION	84
APPENDIX 12– TRIAXIAL UU RESULTS	86
APPENDIX 13– CONSOLIDATION TEST RESULTS	94
APPENDIX 14– SPECIFIC GRAVITY TEST RESULTS SUMMARY	96
APPENDIX 15– SUMMARY OF MOISTURE CONTENTS	97

APPENDIX 16– IMPLIMENTATION PHOTOGRAPHS	98
---	----

LIST OF FIGURES

Figure 1: Map of the Project Site of the Republic of South Sudan.....	8
Figure 2: Map of Juba city.....	9
Figure 3: Topographical Map of proposed site.....	10
Figure 4: Site location map of boreholes (BH) and excavation pits (EP).....	11
Figure 5: Baseline map of Juba City.....	13
Figure 6: Geological map of Republic of South Sudan.....	14
Figure 7: Borehole profile.....	20

LIST OF TABLES

Table 1: Bore hole coordinates, and Depths	15
Table 2: Water Levels	15
Table 3: Approximate Allowable Bearing capacity	19
Table 4: Type of test and testing standards	21
Table 5: Quantity of Triaxial test performed	23
Table 6: Summary of Triaxial test results UU	24

1.0 INTRODUCTION

1.1 Background

Juba is the capital of Republic of South Sudan and serves as the Head quarter of Central Equatorial state. It has spectacular rugged high relief landscape and plains recording an average altitude of 468 meter above sea level. The mountain covers the East, west and north part of Juba forming sharp scenic peaks and wide valley. The project area is situated 400 meters from the **White Nile River plains**.

In November 2020 **AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION Ltd** Was contracted by **Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)** to carry out ground investigation for the proposed development of Building for maintenance of waste collection vehicle in down town Juba. The ground investigations were required to determine Geo technical information including design parameters for the proposed structural foundations and any associated infrastructure. The Geo technical investigations were conducted taking into account BS 5930: 1999 “Code of Practice for Site Investigations”.

AB HARAMBE ENGINEERING AND CONSTRUCTION Ltd sub contracted a professional Geo technical and Material Engineering firm trading as **Drecomatts Limited** based in Nairobi Kenya, to undertake the laboratory tests and analysis.

The Geotechnical investigations were performed from the 09th of November to 19th of December 2020 and 4 boreholes were drilled to a maximum depth of 20m and 2 excavated pits to a depth of 2m below ground level. In total, 70 m were drilled & 4 m were excavated, Standard Penetration Tests were performed. Disturbed soil samples were abstracted for each change of layer in each borehole for further laboratory analyses.

The Geotechnical contractor’s responsibility under this contract is to carry intrusive sampling, collection of field data, laboratory testing and interpretation of ground conditions encountered during the ground investigation (and any results of the desk study) to aid in the design of the proposed underground structures. AB Harambe Engineering and Construction Ltd personnel are not the designers and are not responsible for validation of any proposed design. The information

provided is however expected to be sufficient for a competent designer to undertake the design of all relevant parts of the structures.

1.2 Objective

The purpose of this report is to investigate and provide reliable, specific and detailed information about the physical, mechanical properties, thickness of the foundation ground, as well as to provide the designer with the necessary information which will be required for a safe and economic design and excavation of the engineering works, such as the soil bearing capacity, recommended foundation depth and type and other special recommendation which depends on the nature of the site .The overall purpose was to evaluate the conditions of the existing soils to generate necessary data for foundation structural design.

The specific objectives are to:

- Ascertain the soil profiles at the locations of the proposed substructure (foundation).
- Establish strength (allowable bearing capacities) and classify soils of proposed project area.

1.3 Scope of Geotechnical Investigation

The scope of the Ggeotechnical investigations comprised of the following:

1. Review of available data pertinent to the site.
2. Making visits to the site in order to collect information about site nature, topography of the site, geological features and other properties concerning the project site.
3. Drilling of Four boreholes (BH) and sampling of disturbed and undisturbed samples. Excavating two inspection trenches (EP) in addition to the above 4 bore holes. Logging of all the boreholes and inspection pits for strata profiling.
4. Performing the necessary field and laboratory tests, and carrying out the geological description of the obtained materials including Logging of all the boreholes and inspection pits for strata profiling; Carrying out Standard Penetration Tests at 1.5m intervals; Registering the ground water occurrence (depth of water table) for each borehole and inspection pit and

Laboratory testing of disturbed and undisturbed samples for classification properties i.e. particle size distribution and grading curve, Atterberg limit, moisture content, triaxial test and Unconfined Compressive strength;

5. Applying engineering analysis of field findings and laboratory results.

6. Developing conclusions and recommendations concerning design and construction of the safest and economical foundations.

1.4 Site Description

The project is intended for the construction of the new workshop building which is to maintain the condition of waste collection vehicle at Juba Town. The project area is located inside the premises of the Ministry of Local Government opposite Juba prison.

The six test points are located at the following coordinates

BH1: - located at Easting's: 346592.67 and Northings: 536232.032) at elevation of 460.124

BH2: - located at easting: 346226.944 and Northings: 536226.841) at elevation of 460.137

BH3: - located at easting: 346617.885 and Northings: 536232.24) at elevation of 460.360

BH4: - located at easting: 346634.756 and Northings: 536218.853) at elevation of 460.130

EP1: - located at easting: 346605.475 and Northings: 536231893) at elevation of 460.130

EP2: - located at easting: 346638.406 and Northings: 536214.336) at elevation of 459.760

The site location map/view is depicted in **Figure 1** and **Figure 2** below.

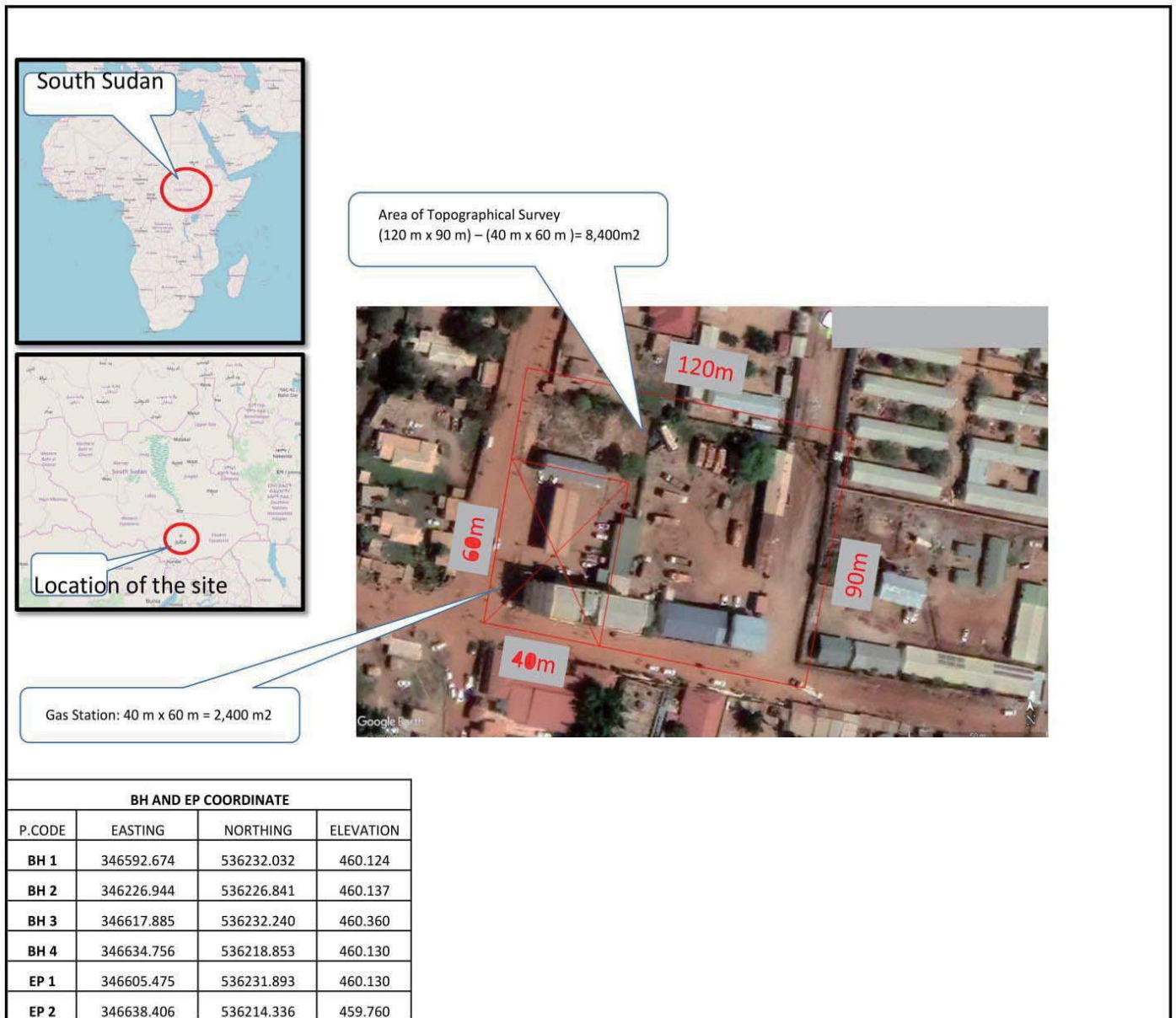


Figure 1: Map of The Project Site of the Republic of South Sudan

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

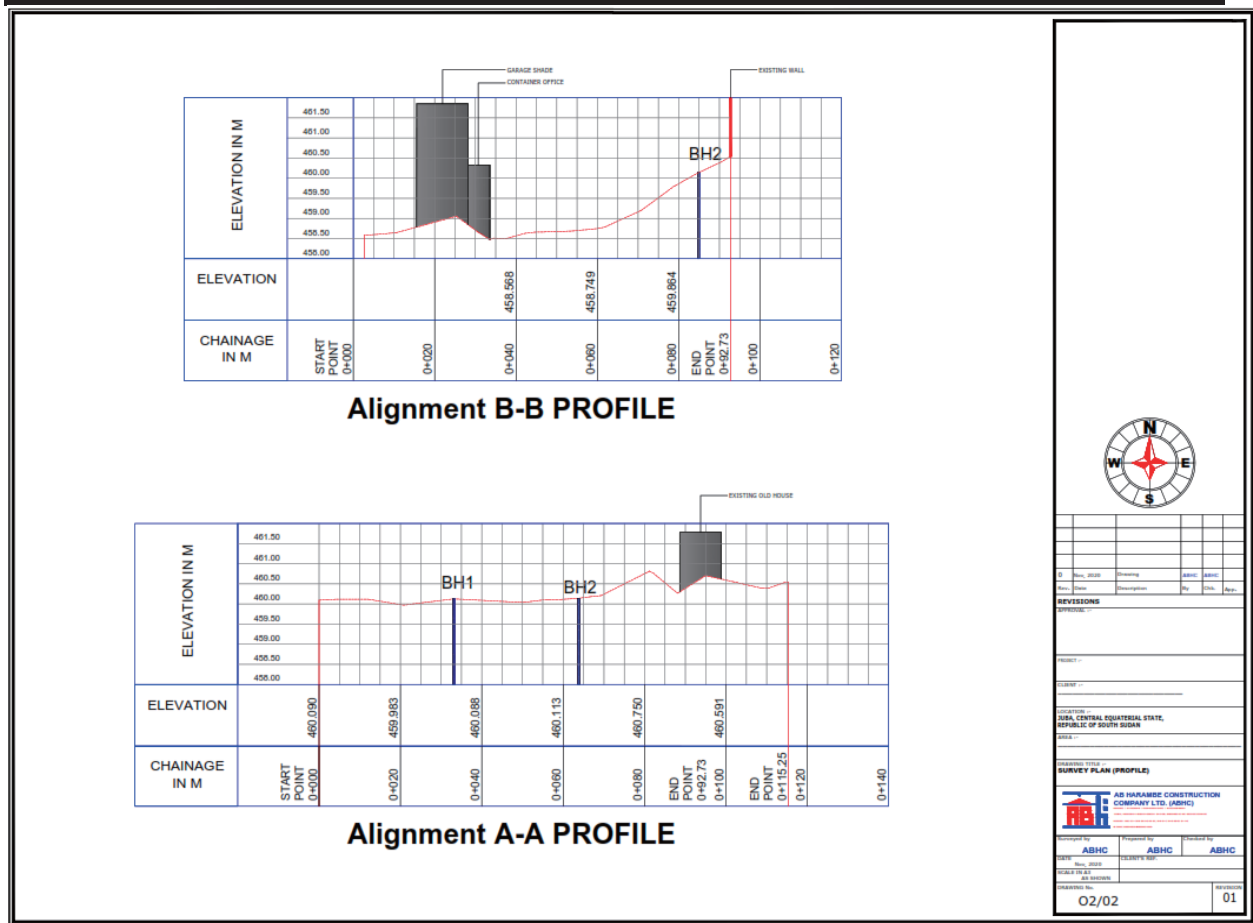


Figure 3: Topographic Map of the proposed site

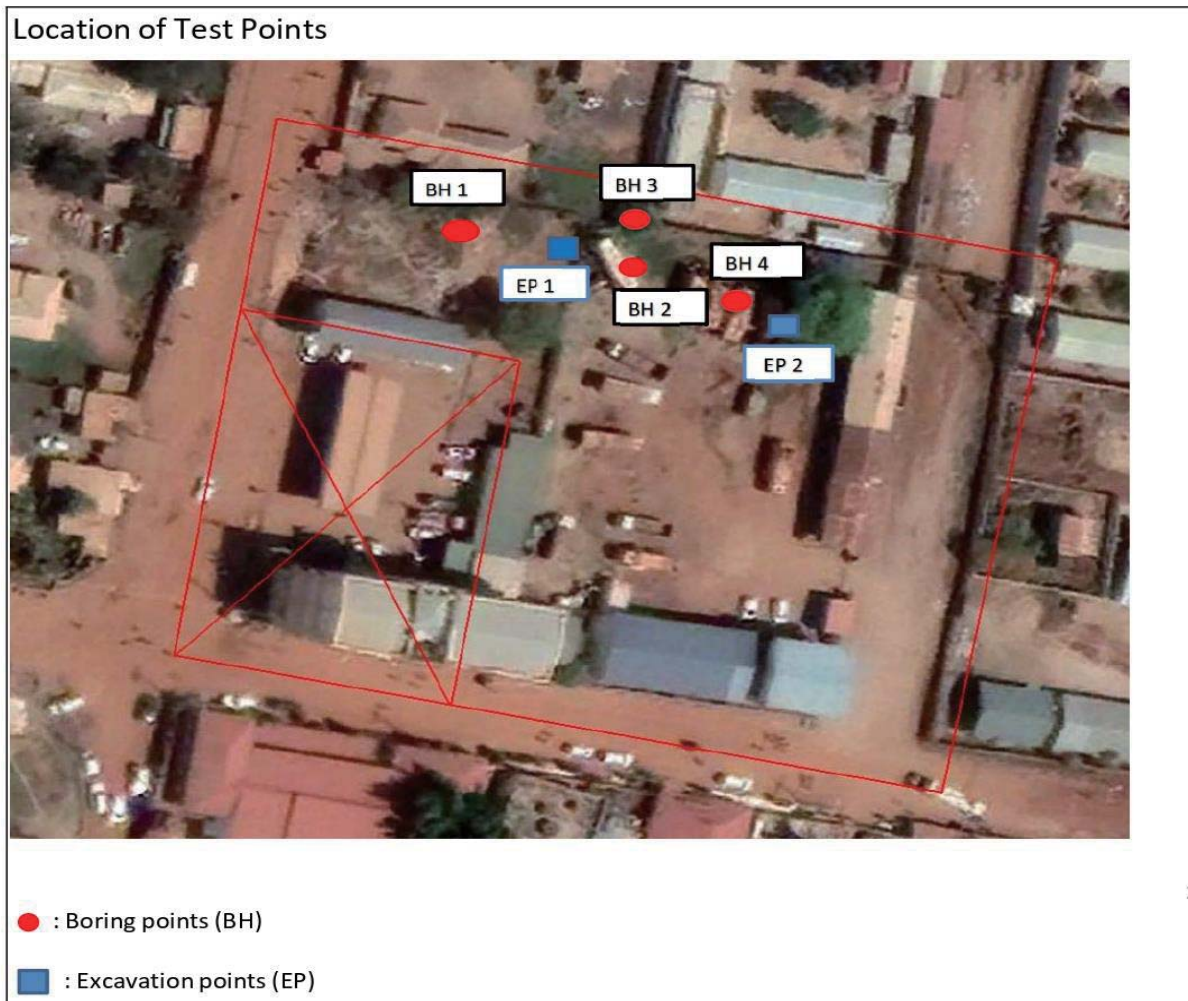


Figure 4: Site location map of the boreholes (BH) and Excavation pits (EP)

1.5 Geology

The geological maps (e.g. **Figure 4**) indicate the site is underlain by a metamorphic complex which forms basement complex intruded by granitic and dolerite rocks. The basement is overlain by alluvial and surficial deposits. The geophysical study that was done by University of Juba, Geology & Mining College of Natural Resources and Environmental Studies reveals the basement complex comprises of four types of Gneiss i.e. 1) banded Gneiss, 2) Biotitic gneiss, 3) augend gneiss and 4) Nile gneiss.

1) **The Banded Gneiss** has clear bands which are light Grey on fresh surface and light brown on weathered surface. They are composed principally of quartz, feldspar mica and pyroxenes with

subordinate amphiboles. They are high grade metamorphic rock that occurs as parent rock hosting many intrusions such as granitic, plutons and dykes. Foliations and quartz veins are highly visible. The texture is medium to coarse grained.

2) **Biotitic Gneiss** they look Grey on the fresh surface and dark on weathered surface. It is composed of Biotitic, amphiboles, hornblende, quartz, feldspar and it has a coarse-grained texture.

3) **Amgen Gneiss** they form very large exposure associated with quartz-Feldspathic with some which are wholly porphyroblastic. The main constituents of Amgen are the quartz, feldspar or amphiboles. Weathered surface of this Amgen gneiss is greyish to brownish and fresh surface is light Grey.

4) **Nile gneisses** are composed principally of gneisses of amphibolite facies with subordinate meta-sediments and amphibolite. Foliation trends are poorly defined but generally in Northerly direction.

Site geology: The site falls in a pre-cambrian shield underlain by metamorphic rock composed dominantly of Gneisses and granitic rocks that are medium to high grade metamorphic deformed during end pre-cambrian Pan African orogenic event. The rocks are generally hard and impermeable and occur at shallow depths (2.5 to 10m) mainly underlain by predominantly alluvial cays and silts with some particles of sand and gravel. The depth of groundwater in Juba remain constant at 1.5-2m during the drilling period. The water level was taken about 10-35 days on completion of drilling exercise and after heavy rains had hit the area. This water table will vary during the rainy season and it might disappear completely during the dry season yet it's the longest.

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

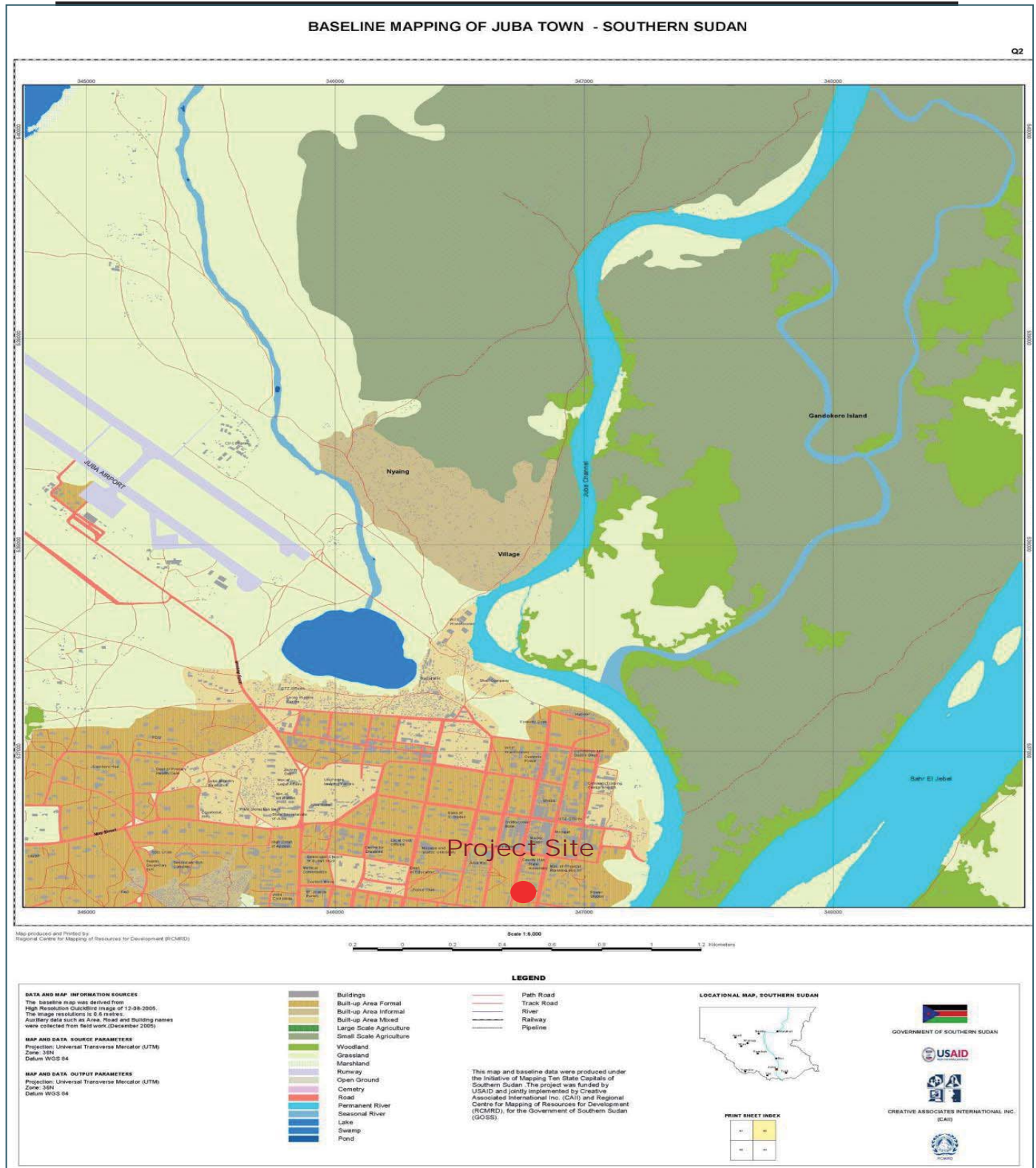


Figure 5: Baseline map of Juba City

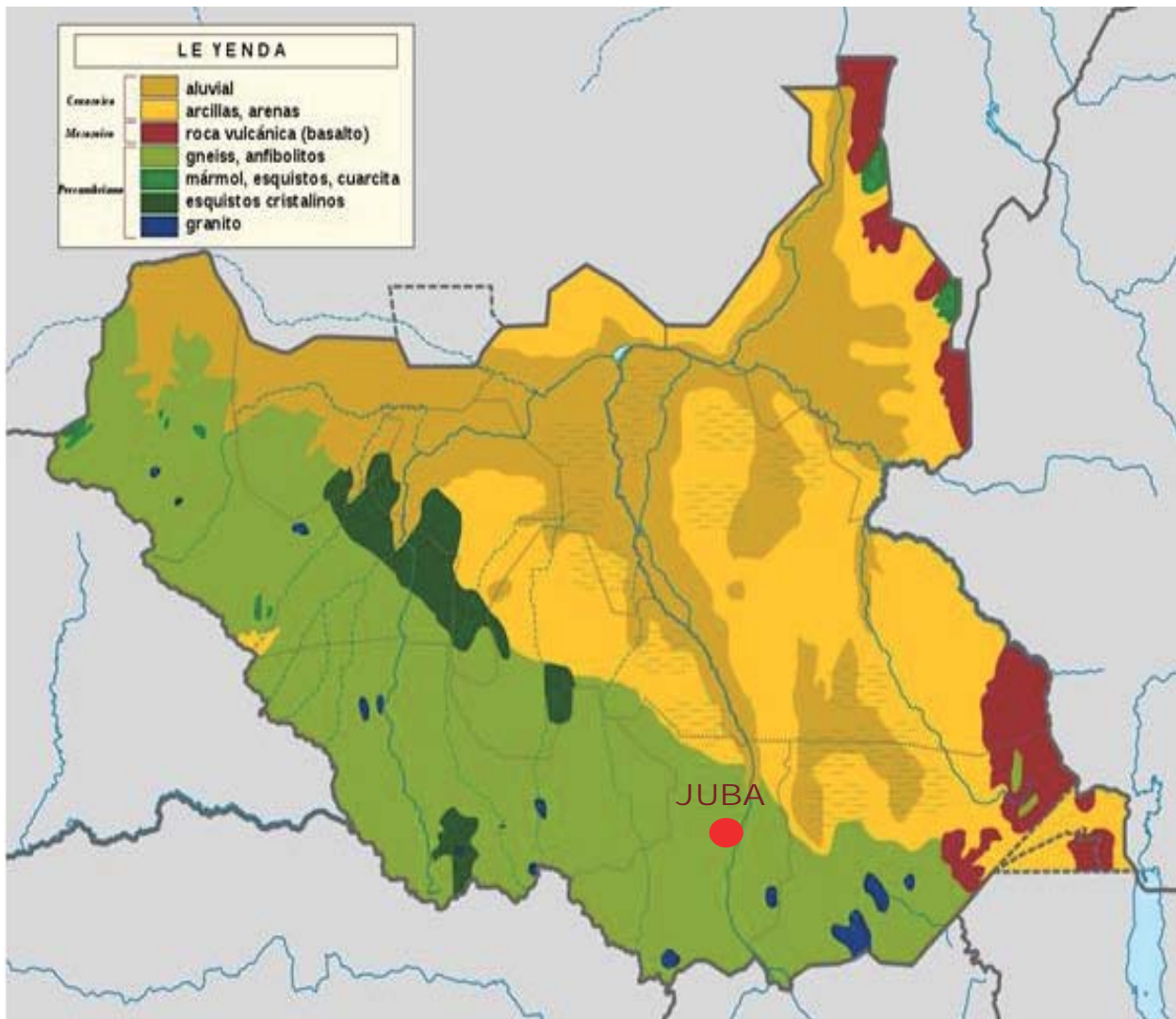


Figure 6: Geological map of Republic of South Sudan

2.0 GEOTECHNICAL INVESTIGATION

2.1 Introduction

All exploratory activities were conducted in accordance with BS 5930: 1990 “Code of Practice for Site Investigations” and included Excavation of 2 inspection pits and drilling of 4 Boreholes using XY-100 rotary drilling rig, sampling, logging, backfilling of the boreholes, SPT testing and laboratory testing of the recovered samples. Subsequent sections of this report show the details recorded during the investigation. The boreholes field-work summary is presented in **Table 1**

below. The exact location of the drilling points is shown on a site drawing attached in Appendix1.

2.2 Boring, Sampling and Logging

Each borehole was profiled according to ‘A Guide to Practical Geotechnical Engineering in Southern Africa: 1995’ and BS 5930:1990, sampled as instructed by the client. The test points were later backfilled. Detailed soil profiles of the exploratory boreholes are presented in Appendix 3 of this report. The photographic record of the investigation is shown in Appendix 3 and Appendix 14.

Table 1: Borehole Coordinates, Depth Investigated & Position of GWT

BH No.	Elevation(m)	Coordinates		Started Date	Finished Date	Drilling /excavation Depth (m)	No. of Disturbed Samples	No. of Undisturbed Samples	No. of SPTs
		X	Y						
BH1	460.124	346592.67	536232.032	23-11-20	26-11-20	15.0	5	0	3
BH2	460.137	346226.944	536226.841	16-12-20	20-12-20	15.0	5	0	2
BH3	460.360	346617.885	536232.24	16-11-20	18-11-20	20.0	5	0	4
BH4	460.130	346634.756	536218.853	18-12-20	20-12-20	20.0	5	0	2
EP1	460.130	346602.475	536231.893	15-12-20	15-12-20	2.0	2	0	0
EP2	459.760	346634.756	536218.853	15-12-20	15-12-20	2.0	2	0	0

2.3 Ground Water Table

Ground water table (GWT) was not recorded during the drilling period but after 9-30 days it was recorded. On BH1 it stood at 2.0m, BH2 at 1.5m, BH3 at 1.3m, BH4 at 1.2, at EP1 at 1.1m and EP2 at 1.4m below ground level.

Table 2; -Water level

Location	Water level (m)	Elapsed time (days)	
BH1	2.0	20	
BH2	1.5	30	
BH3	1.3	14	
BH4	1.2	16	
EP1	1.1	10	
EP2	1.4	10	

2.4 Field Investigation Challenges

Two challenges were encountered in the field, on bore hole one (BH1) the upper layers collapsed on the drilling tool at 15m. The drilling head gear systems and associated jaws holding the spindle rod broke down while trying to remove the stuck tools. Two drillers left work mid-way without notice.

Another challenge was accessing drilling spare parts and experienced Engineering Workshop in Juba. The problem was solved with experts for drilling machine, who was able to get a solution with capability to fabricate the gear systems.

2.5 Standard Penetration Tests (SPT)

Standard Penetration Tests (SPTs) were performed in each borehole at intervals presented in **Table 3** below and comprised of the following:

- Conducted using a 63.5 kg driving hammer falling ("free fall") from a height of 760 mm.
- Driving the standard split-barrel sampler of internal and external diameters 35mm and 50mm respectively to reach a distance of 450 mm into the soil at the bottom of the boring at every 1.5m depth interval.
- Counting the number of blows required to drive the sampler each 150 mm increment of a total of 450 mm penetration. The blow count for the first 150 mm increment was discarded and the sum of the blow counts for the last 300 mm increment was recorded as the SPT 'N' value.

According to Clayton (1993), apart from the soil conditions in which the test is made, the result of the SPT test is influenced by three main groups of factors associated with: drilling or boring technique, SPT test equipment and test procedure. The influence of these factors is considered below.

The measured SPT 'N' values were corrected for the overburden, equipment and borehole to establish the corrected SPT ' N_{cor} ' values, from which estimated soil design parameters were ascertained and presented in **Appendix 6** of this report. The overburden correction factor for clayey soil is 1.0. The equipment and borehole factor correction factors used are highlighted below.

- Equipment correction and borehole size correction factors apply.
- The effect of overburden is negligible for cohesive soils, and no overburden correction factor C_N is required.
- The energy ratio is normalized to 60% of total energy, N_{60} .
- Corrected SPT ‘N’ value, $N_{cor} = N_{60} = C_N C_{ER} N$. Where, N is measured SPT ‘N’ value and C_{ER} is equipment & borehole correction factor given by:
- $C_{ER} = C_H C_R C_s C_B$.

Energy ratio correction factors to be applied to SPT value to account for equipment and borehole size (Adapted from Skempton, 1986 and Takimatsu and Seed, 1987). Extracted from “Hand book of Geotechnical investigation and design tables 2nd Edition page 51 table 4.9

To account for	Parameter	Correction factor
Hammer – release – country		
Hammer (C_H)		
	Donut – free fall (Tombi) – Japan	1.3
	Donut – rope and pulley – Japan	1.1
	Safety – rope and pulley – USA	1.0
	Donut – free fall (Trip) – Europe, China, Australia	1.0
	Donut – rope and pulley – China	0.8 ●
	Donut – rope and pulley – USA	0.75
Rod length (C_R)		
	>10m	1.0
	10m to 6m	0.95
	6m to 4m	0.85 ●
	4m to 3m	0.75 ●
Sampler (C_s)		
	Standard	1.0 ●
	US sampler without liners	1.2
Borehole	65mm – 115mm	1.0
Diameter (C_B)	150mm	1.05 ●
	200mm	1.15

Note: The corrected (N_{cor}) values of 0.6 was determined between rod lengths of 0-4m while a corrected N_{cor} value of 0.68 was used between 6-4m.

2.5.1 Bearing Capacity Determination

The corrected SPT ‘N’ values (N_{cor}) in **Table 3** were averaged for the entire depth investigated from the borehole logs, the borehole soils are generally Sands in nature, mixed with significant amounts of gravel; silts were also present. For the purpose of computing the soils’ bearing

capacities, all soils were considered cohesive soils. Thus the empirical relationship established by Peck et al., (1974) between corrected SPT 'N' values (N_{cor}) and unconfined compressive strength (q_u) holds and is given below.

$$q_u = kN_{cor} \text{ kPa}$$

Where, k is the proportionality factor established from empirical correlations between the unconfined compressive strength (q_u) and the corrected SPT 'N' values (N_{cor})

A value of $k = 12$ has been recommended by Bowles (1996) for a standard energy ratio, $R_{es} = 70\%$. However, based on the 60% standard energy ratio adopted in United Kingdom, a value of $k = 13.27$ has been recommended and was used in the computation of the unconfined compressive strength. Thereafter the undrained cohesion (c_u) was obtained from the unconfined compressive strength (q_u) as,

$$c_u = q_u/2 \text{ kPa}$$

The ultimate bearing capacity (q_{ult}) was computed from the relationship,

$$q_{ult} = c_u N_c \text{ kPa}$$

Where N_c is the bearing capacity factor for clay/silt soils

Skempton (1951) gives different bearing capacity factor N_c for clay soil with respect to depth and foundation width ratio for different shapes of foundations. For purposes of computations, the least bearing capacity factor N_c of 5.14 was used.

The approximate allowable bearing capacity (q_{all}) in **Table 3** was obtained by dividing the ultimate bearing capacity (q_{ult}) by the Factor of Safety (Fs) of 3.0 irrespective of the site conditions.

$$q_{all} = q_{ult}/Fs \quad \text{where stands for Factor of Safety.}$$

For comparison purposes, Clayton (1993) stated that it is better to always make a rapid, albeit crude estimate of the allowable bearing capacities using more than one method. In this report a quick approximation of the allowable bearing capacities is given by the Terzaghi and Peck (1948) relationship below:

$$q_a = 10N$$

Where q_a is in kPa.

The allowable bearing capacities from the two methods were identical as shown in **Table 3**.

Detailed results for bearing capacities are shown in **Appendix 6**.

Table 3: Approximate Allowable Bearing Capacity from Corrected SPT ‘N’ Values

BH No.	Depth (m)	Corrected SPT ‘N’ Value, (N_{160})	Unconfined Compressive Strength q_u (kPa)	Undrained Cohesion C_u (kPa)	Allowable Bearing Capacity- Terzaghi and Peck (1948) $Q_{all=N_{cor}}$ (kPa)	Allowable Bearing Capacity Terzaghi and Peck, 1967 Q_{all} (kPa)
BH 1	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	3.0	>30	>390	>195	>300	>341
BH 2	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	2.5	>30	>390	>195	>300	>341
BH 3	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	3.0	>30	>390	>195	>300	>341
	4.5	>34	>398	>226	>340	>387
	5.8	>34	>398	>226	>340	>387
BH 4	1.5	>30	>390	>195	>300	>341
	3.0	>30	>390	>195	>300	>341

2.6 Stratigraphy

The site investigation indicates that the geological sequence at the site generally comprises of mainly clays, silts and sands. **Figure 7** shows drilling logs to a maximum depth of 20m. It shows that ground is very variable across the site.

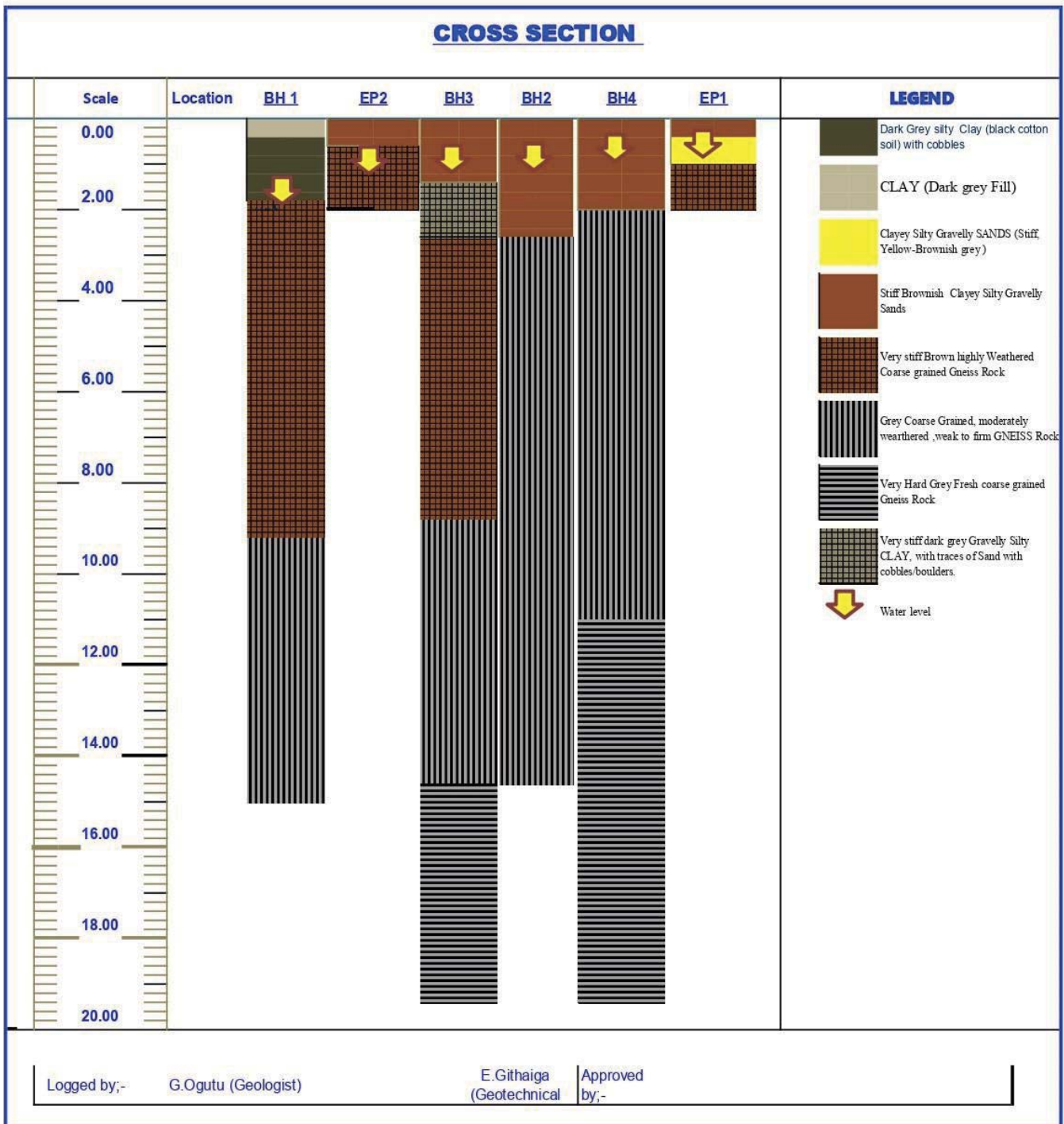


Figure 7: Borehole profiles

3.0 LABORATORY WORK

Soil samples recovered from the boreholes were tested in accordance with the test standard procedures listed in **Table 4** below.

Table 4: Tests on Samples from the Boreholes.

Test Description	International Standard
1. Disturbed Samples	
In-situ Moisture Content	BS 1377: Part 2, Clause 3:1990
Particle Size Distribution	BS 1377: Part 2, Sub cl. 9.2: 1990
Plastic Limit & Plasticity Index	BS 1377: Part 2, Clause 4,5&6:1990
Specific gravity	BS 1377:Part 2, Clause 8: 1990
Compaction test	BS 1377 part 4 1990
2. Undisturbed Samples	
Unconfined Compression	BS 1377:Part 7: 1990
Consolidation test	BS 1377:Part 5 1990
Triaxial Shear Test	BS 1377:Part 7: 1990
Unconfined compression test-Rock	BS 5930 :Part 7: 2015

3.1 Borehole Laboratory Test Results

Laboratory tests included index property tests and triaxial compression tests.

3.1.1 Moisture content Test Results

Natural moisture content values ranges from 0.3% to 19.5%. A detailed assessment of the data reveals that moisture contents are low. From visual examination, the water content of the stone fraction alone was found to be negligible. Moisture content results are shown on the summary for classification test results attached in **appendix 7**.

3.1.2 Classification Test Results

Borehole soils were classified according to their particle size distribution (PSD) and Natural moisture test results. The summary of the laboratory results is attached in **appendix 7** of the report.

3.1.3 Particle size distribution

Particle size distribution curves for the formations at the site are shown on **Appendix 8**. Results show that the site is underlain by Sandstone, Gravels, Sands and some silts. This is indicated by majority of the grading curves.

3.1.4 Atterberg Limit test results.

A paste specimen made from 150 gm thoroughly mixed portion of air dried material passing 425 micron IS sieve is used to determine the Liquid Limit (LL). This is repeated at least to have four sets of values of penetration in the range of 14 to 28 mm. The plastic limit (the moisture at which the specimen changes from liquid state to solid is determined. The difference between the liquid limit and plastic limit is calculated and reported as Plasticity Index (PI).

$$PI=LL-PL$$

The fine grained portions of the material showed a range of plasticity from PI zero to 8.2% as shown on **Appendix 9**. Majority of the samples tested plotted below the A-line on the plasticity chart. It can therefore be concluded that all the fine grained portion of the materials on site predominantly behave as sand and gravel of vary plasticity.

3.1.5 Triaxial tests

a) **Triaxial tests included the Undrained Unconsolidated Triaxial test (UU).** UU test was carried out in accordance with BS1377:1975 and ASTM D 2850 standard procedure. The nominal specimen sizes were 38mm diameter by 76mm length. Compression was carried out at a rate of about 1.5 mm/min (2 % per minute). Disturbed soil samples were remoulded to attain a maximum dry density (MDD) of 70-80% and optimum moisture content (OMC). The resultant specimen was subjected to a confining fluid pressure of 0.5, 1.5 and 2.5Kg/cm² in a triaxial chamber. Visual classification had shown the soils on test points E1 and E2 to be clays silt and hence adapted UU test method. The laboratory gradation and Atterberg tests classified the soils as Sands and hence the adaption of Direct shear test in the later samples. Test results are as summarised in **Table 6**. Detailed results are attached as **Appendix 11**.

EP1 (0.0-1.0M)	Cell pressure (kg/cm ²) σ ₃	Deviator stress (kg/cm ²) (σ ₁ - σ ₃)	Major Princ.stress kg/cm ² σ ₁
TEST 1	0.5	0.94	1.44
TEST 2	1.5	2.18	3.68
TEST 3	2.5	3.42	5.92

EP2 (0.0-1.0M)	Cell pressure (kg/cm ²) σ_3	Deviator stress (kg/cm ²) ($\sigma_1 - \sigma_3$)	Major Princ.stress kg/cm ² σ_1
TEST 1	0.5	0.97	1.47
TEST 2	1.5	2.01	3.51
TEST 3	2.5	3.15	5.65

b) **Direct shear test.** The bulk samples (disturbed) were prepared in the same way as UU (above) and applied a load of 1.02, 2.04 and 3.04Kg/cm² and shear force at failure recorded in the shear box apparatus. The shear parameters were determined from remoulded specimen to attain 70-80% of, MDD/OMC.

Note two (2) compaction tests were carried out to determine the MDD/OMC for the calculation remoulded soils.

The number of test trials carried out on each sample is as summarised in **Table 5**. It should be noted that as a result of the nature of the soils at site, in some cases, the quantity of the sample was inadequate to carry out all test. In all cases no undisturbed samples were recovered.

Location	Depth (m)	Number of Test Trials per sample	
		UU	Direct Shear
EP1	0.00-1.00	1	
BH1	0.00-1.00		1
BH2	1.00-1.50		1
BH3	0.00-1.00		1
BH4	0.00-1.00		1
EP2	0.00-1.00	1	

Table 5: Summary of Triaxial and shear box tests carried out- (Remoulded specimens).

Specimen diameter = 38mm		Bulk Density (kg/m ³)	Average Moisture Content (%)	Angle of Internal friction (degrees).	Cohesion (Kg/cm ²)
Location	Depth(m)				
EP1	0.0 - 1.00	2183	9.4	21	0.12
EP2	0.00 - 1.00	1878	19.5	20	0.16
BH1	0.00 - 1.00	1712		27	0.02
BH2	0.00 - 1.00	1680		23	0.12
BH2	1.00 - 2.00	1680		25	0.13
BH3	0.00 - 1.00	1565		26	0.03
BH4	0.00 - 1.00	1580		25	0.09

Table 6: Undrained Unconsolidated triaxial compression and Shear box test results.

Results show the bulk densities for Sands are relatively high ranging between 1565 and 2183kg/m³. This is attributed to unsaturated soil conditions at site. The angle of internal friction was generally moderate ranging between 20 to 27°. This is attributed to the fact that the site is underlain by mainly silt sands. The Undrained cohesion was ranging between 0.03 to 0.16 kg/cm².

Note; In practice undisturbed soil samples (i.e. U100) usually gives reliable results but it was practically impossible to recovered this type of sample) and hence the adoption of remoulded specimens.

3.1.6 Water Table

Occurrence of ground water was monitored in all the Boreholes and water was encountered in all the 6 test points (refer table 2 above).

4 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

4.1 Conclusion

According to the field exploration, laboratory testing, subsurface conditions and engineering analysis, it can be concluded that the existing ground at the proposed site for Juba City Council Sanitary and Environmental Building is strong enough to support the expected building loads without special modifications and the following recommendations are given:

Ground water table (GWT) was encountered in all the boreholes.

The site is predominantly underlain by Silky-Reddish brown grey clayey silt Sands and highly weather gravelly, Salty Sand.

The drilling logs and bearing capacity results show that the ground is marginally/minimal variable both in the lateral and vertical direction. The consistency for cohesive soils varies from firm to very stiff and that for cohesion less soils varies from dense to very dense.

The soils have a moisture content ranging from 5.6% – 19.5% and the plasticity index is deduced as Non Plastic with LL ranging from from 28.5% to 45.5% which indicates sands/silts of low to none to plasticity tendency.

Less than twenty percent of the soil particles passed sieve 75mm which confirms that the type of soils found in Juba town predominantly silts and sands.

The bearing capacities computed using the two empirical relationships are fairly identical. Estimates of allowable bearing capacities derived from corrected SPT ‘N’ values vary from each borehole location. There is no direct correlation of the magnitude of SPT N-values with depth especially due to changes in the type of material encountered. In all cases refusal(N-Value>50) was attained at 1.5m below ground level giving, allowable bearing capacity of greater than 334Kpa. A bearing capacity of 350 can be adopted for this site.

The soil has angle of internal friction in the range between 20° 23°. The cohesion is in the range between 0.03-0.16 kg/cm and the unconfined compressive strength of underlying weathered rock between 13 to 53N/mm². The soils at the site are well draining but the rock is impervious.

4.2 Recommendations

1. Depending on the applied stresses from the structures intended to be placed, suitable founding depths should be chosen in such a way that the total net foundation pressure is less than the allowable bearing capacity.

2. Foundation ground; -Based on our findings and analyses of the encountered material, it is recommended that the foundations of the proposed building be laid on moderately weathered Gneiss rock.
3. Foundation depth; - Found at 1.5m across the site.
4. Type of foundation; - Pad type of foundation is recommended (The Engineer to use his preferred type of foundation).
5. Ripability and method of excavation; - The congenital excavation equipment such as Loaders and Dozers will be needed for excavation works.
6. Surface run off; - It is recommended to protect the foundation ground and excavation from surface water both during and after construction by providing proper drainage and protection system. Surface water, if existed, should be diverted away from the edges of the excavations.
7. All excavations should be supervised by a competent person.

REFERENCES

1. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. British Standards 1377: 1995 and British Standard 1377: 1990. Methods of Test for Soils for Civil Engineering Purposes, London, 1990.
2. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. British Standards 5930: 1999. Code of Practice for Site Investigations, London 1981.
3. VICKERS, BRIAN (1978); Laboratory work in Civil Engineering Soil Mechanics. Granada Publishers, London.
4. Bowles Joseph E; Foundation Analysis and Design, Second Edition. McGraw Hill Companies, Tokyo, 1997.
5. G.E Barney; Principles and Practice of Soil Mechanics, First Edition. Macmillan Press Ltd, London, 1995
6. G Bryen, JP Everett and K. Schwartz. A Guide to Practical Geotechnical Engineering in Southern Africa, Frank pile, Third Edition, 1995.
7. Department of US Army Corps of Engineers, CECW-EG Engineer Manual 1110-1-1904 Engineering and Design of SETTLEMENT ANALYSIS, Washington, DC 20314-1000, 1990.
8. MJ Tomlinson; Foundation Design & Construction, Sixth Edition. Addison Wesley Longman Limited, Edinburgh Gate, Harlow Essex CM20 2JE, 1998.

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

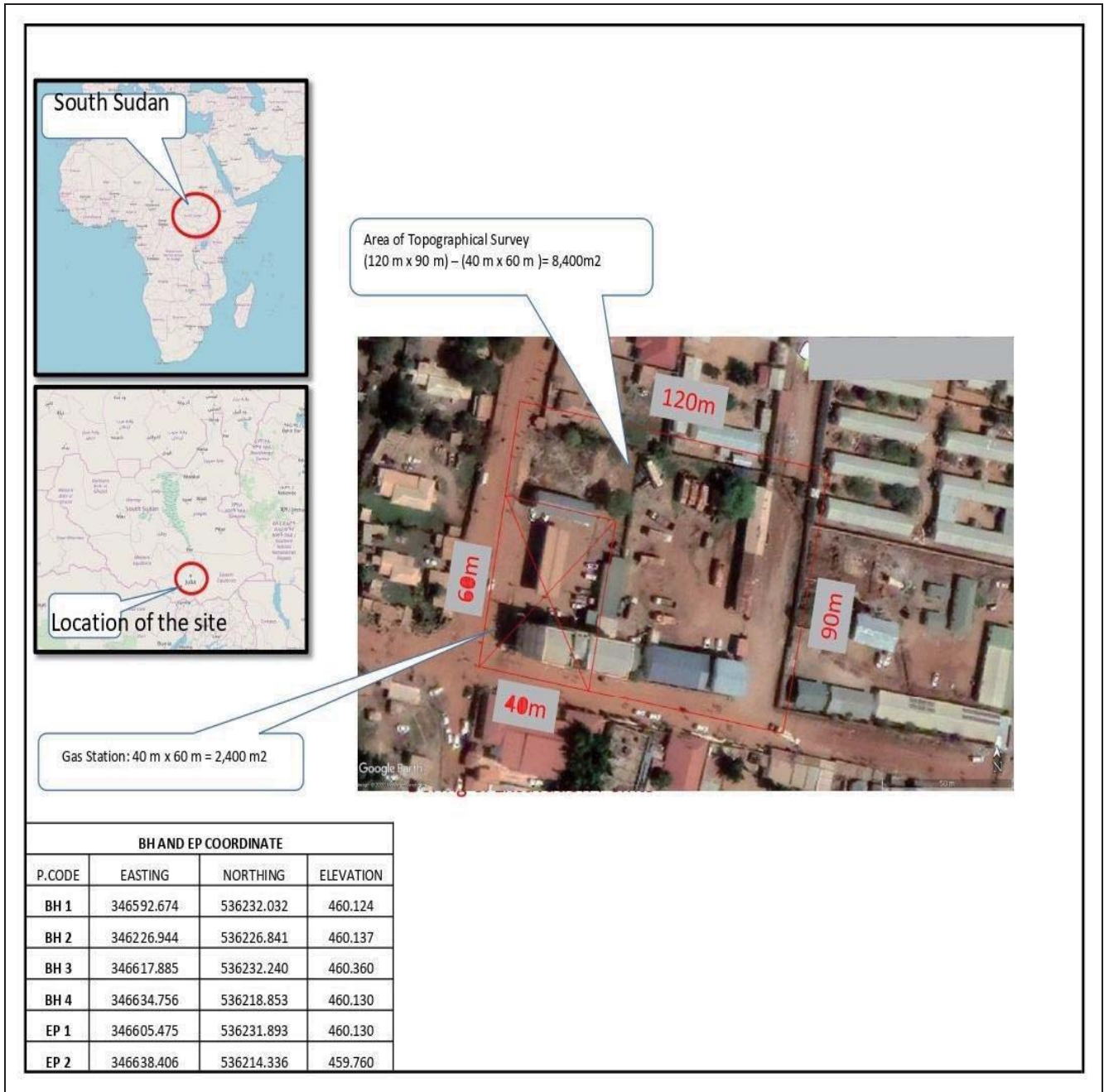
AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

9. R. F. Craig; Soil Mechanics, Fourth Edition. Chapman and Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, 1990.
10. V.N.S Murthy: Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering, @ Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.
11. Burt G. Look; Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables © 2007 Taylor & Francis Group, London, UK

APPENDICES

Appendix 1 – Site Layout



Appendix 2 – Test Points Layout

Location of Test Points

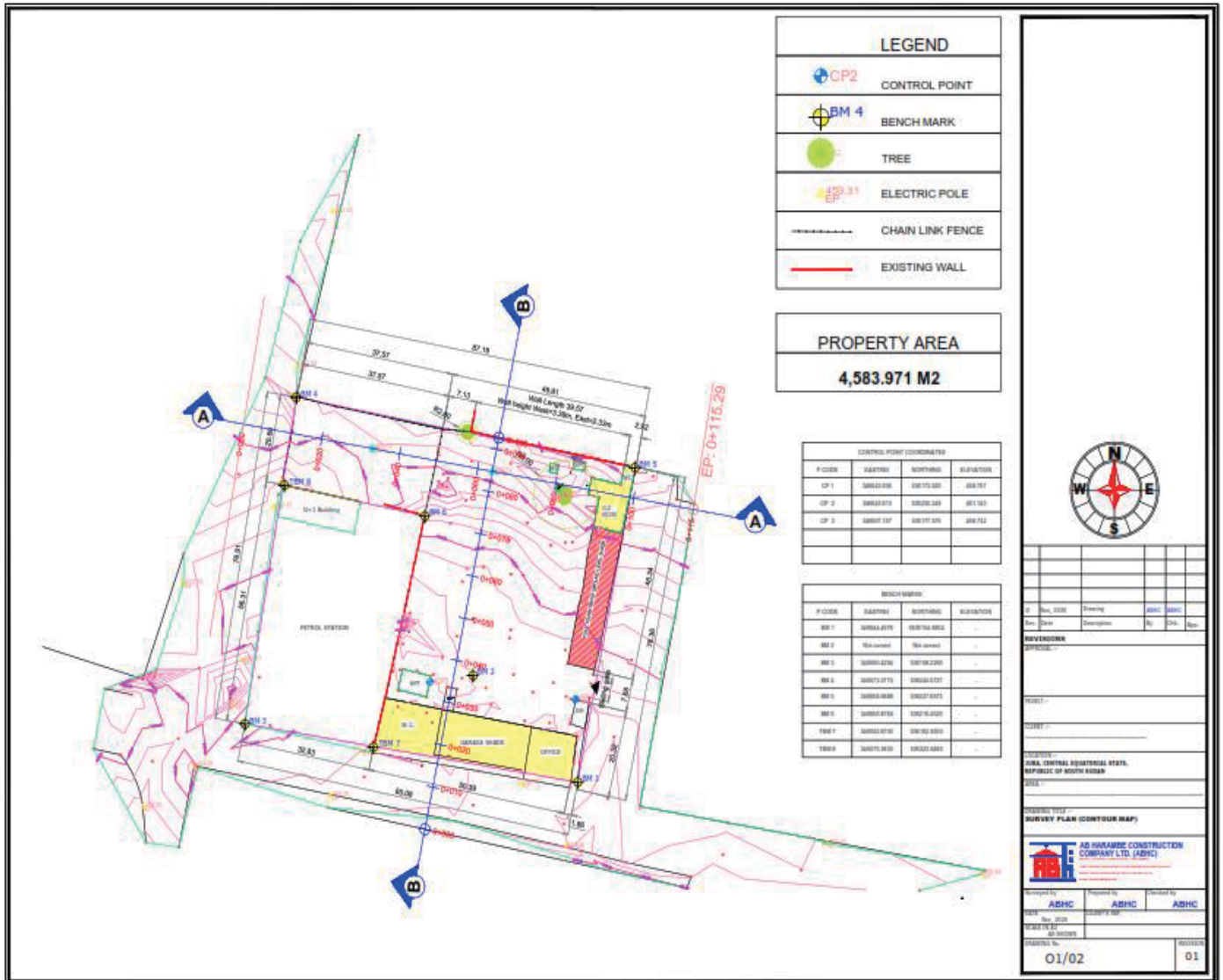


● : Boring points (BH)

■ : Excavation points (EP)

2

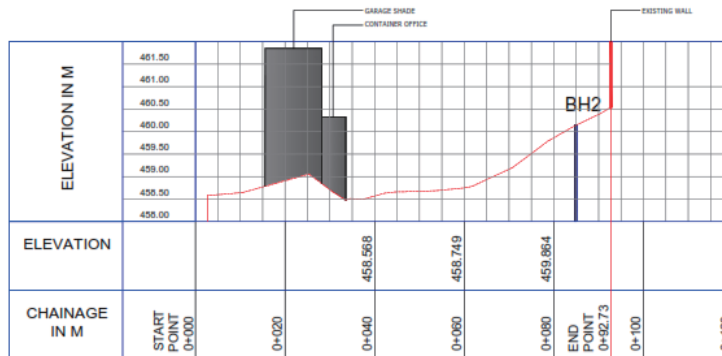
Appendix 3 – Topographic map



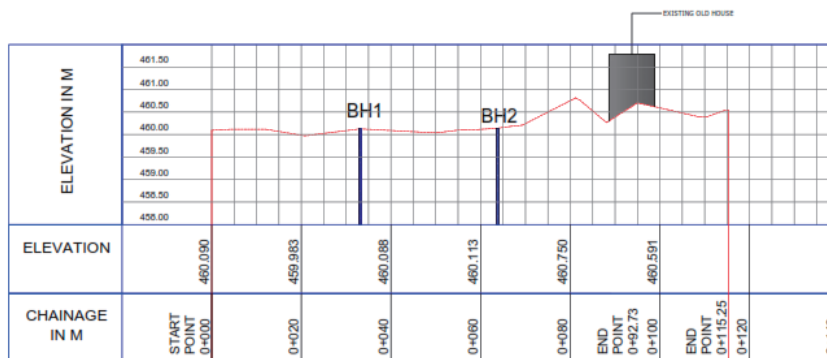
Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021



Alignment B-B PROFILE

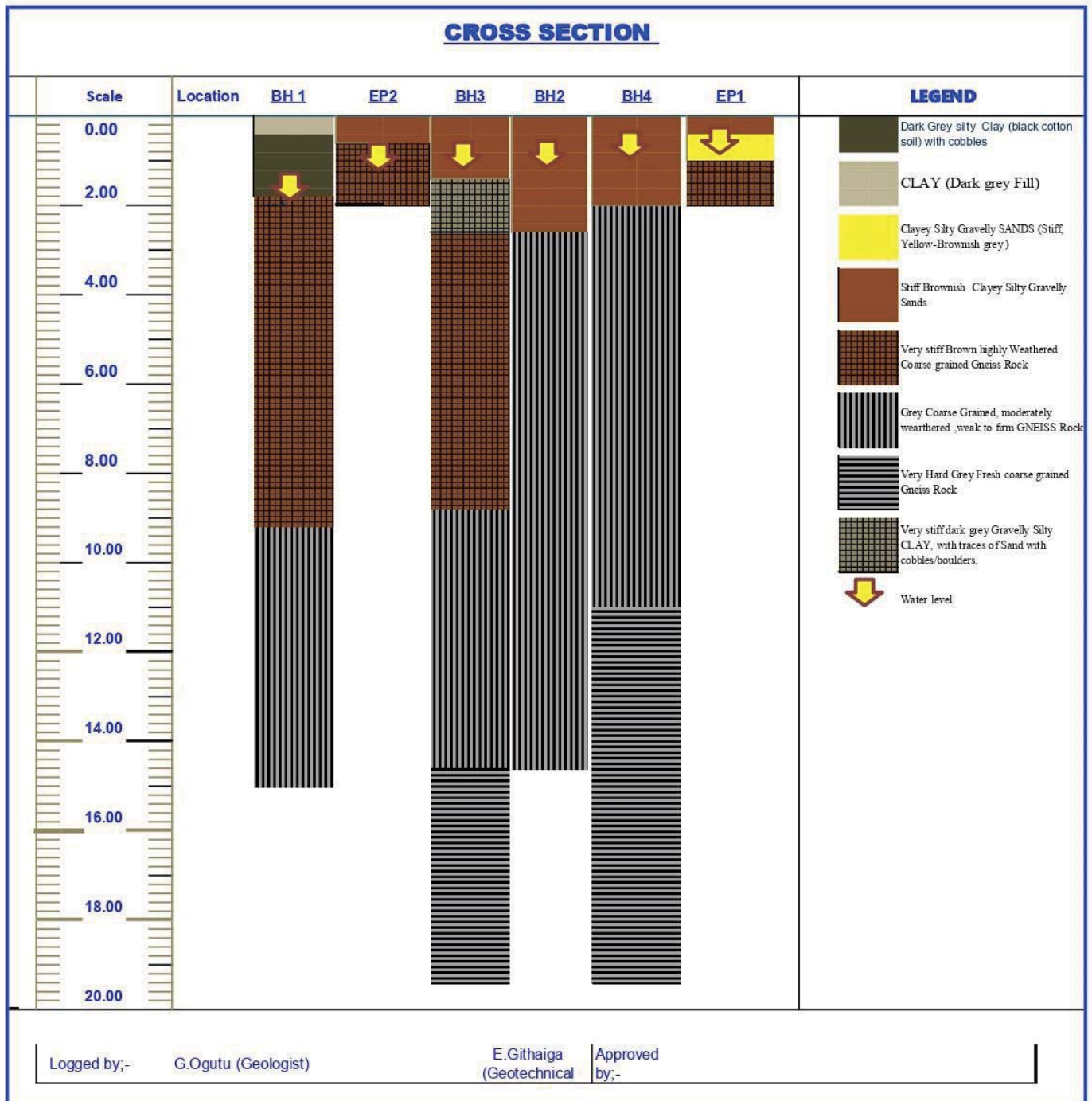


Alignment A-A PROFILE



DATE	Rev. 02/2021	Drawing	ABHC	ABHC
Rev.	Date	Description	By	Check
REVISIONS				
PROJECT :				
CLIENT :				
LOCATION : JUBA, CENTRAL EQUATORIAL STATE, REPUBLIC OF SOUTH SUDAN				
AREA :				
DRAWING TITLE : SURVEY PLAN (PROFILE)				
AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY LTD. (ABHC) COMPANY ADDRESS : JUBA, SOUTH SUDAN CONTACT : 091 233 2333				
Prepared by	ABHC	Checked by	ABHC	Approved by
DATE	Rev. 02/21	DESIGNER	ABHC	ABHC
SCALE 1:500				
DRAWING NO. : 02/02				
				REV. NO. : 01

Appendix 4 – Cross section/Bore hole profile



Appendix 5 – Drilling Logs

BH1 log

Client:	JUBA MUNICIPAL COUNCIL SANITATION AND ENVIRONMENTAL PROJECT			Lab Tested :	 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support info@drecomatts.co.ke	
Contractor :	AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY					
BORE HOLE RECORD						
Project:	Geotechnical Investigation: Juba City Council Sanitary & Environmental.		Bore Hole No:	BH1		
Location :	Juba South Sudan		Water table :	2.0m Isaac		
Elevation:	460.124		Test Method :	BS 5930:1990		
Coordinates:	E:- 346592.67 N:- 536232.032		Date: Start	12-11-2020		End: 16-11-2020

Ground water	Depth (m)	Description of strata	Legend	Level	Sample & Test		ROCK	SPT						Remarks			
					Type	No		% CR	150	75	75	75	75		N		
↓	0.00	Back fill soil		0.00													
	2.00	Dark Grey silty Clay (black cotton soil) with cobbles		2.00	D	1	NA										Water Table
	4.00	Stiff Brownish Grey high to completely weathered grading to light brown gravelly sand.		4.00	D	1	NA	7	12	18	22	20	20	20	20		N>50
	6.00		R	1	27	11	13	14	14	20	20	20	20	20		N>50	
	8.00		R	1	13												
	10.00		R	1	27												
	12.00		R	1	33												
	14.00	Grey weak to firm, moderately Weathered Gneiss Rock		14.00	R	11	40										
	16.00		R	1	47												
	18.00		R	1	53												
	20.00	End of BH		20.00													

Logged by:-	G.Ogutu (Geologist)	Checked by :-	E.N Githaiga (Geotechnical & Material Engineer)
Approved by :-	G.K Wambugu (Technical Director)		

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

BH2 log


Client: JUBA MUNICIPAL COUNCIL SANITATION AND ENVIRONMENTAL PROJECT		Lab Tested :																
Contractor : AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY		 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support info@drecomatts.co.ke																
BORE HOLE RECORD																		
Project:	Geotechnical Investigation: Juba City Council Sanitary & Environmental.	Bore Hole No:	BH2															
Location :	Juba South Sudan	Water table :1.5m	Driller;- Robert															
Elevation:	460.137	Test Method :	BS 5930:1990															
Coordinates:	Easting:-346226.94; Northing 536127	Date: Start	16-12-2020															
		End : 16-12-2020																
Ground water	Depth (m)	Description of strata	Legend	Level	Sample & Test		ROCK		SPT						Remarks			
					Type	No	% CR	150	75	75	75	75	N	N	Remarks			
↓	0.00	Very stiff ,Greyish brown Sandy silty CLAY (Top Soil)		0.00	D	1	N/A									↓	Water Table	
	2.00				2.00	D	1	NA	18	17	16	18	18	60	>50			Sample Types
	4.00	Very stiff GNEISS, high weathered layered, coarse grained Gneiss rock		4.00	R	1	25	19	19	22							U Undisturbed	
	6.00	Strong ,Moderately ,grey, coarse grained ,layered whitish Grey Gneiss.		6.00	R	1	30											D Disturbed
	8.00			8.00	R	1	55											W Water sample
	10.00			10.00	R	1	60											R Rock sample
	12.00			12.00	R	1	75											CR Rock recovery
	14.00	Grey Coarse Grained, moderately weathered ,weak to firm GNEISS Rock		14.00	R	1	61											Rock sample
	16.00		End of BH	16.00													SPT Standard Penetration Test	
	18.00			18.00													Brownish Grey high-completely Gneiss rock	
	20.00			20.00													Brownish Grey highly weathered decomposed Gneiss Rock grading	
		Recommended Foundation Layer.	1.5 m			Very stiff ,Greyish brown Sandy silty CLAY .									N-value (Bearing capacity) Kpa) -Factor of 3			
Logged by:-		G. Ogutu (Geologist)		Checked by :-		E.N Githaiga (Geotechnical & Material Engineer)		Approved by :-		G.K Wambugu (Technical Director)								








Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

BH3 Log

Client:	JUBA MUNICIPAL COUNCIL SANITATION AND ENVIRONMENTAL PROJECT	Lab Tested :	
Contractor :	AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY		
BORE HOLE RECORD			
Project:	Geotechnical Investigation: Juba City Council Sanitary & Environmental.	Bore Hole No:	BH3 - formr BH 2
Location :	Juba South Sudan	Water table :	Driller :- ISAAC
Elevation:		Test Method :	BS 5930:1990
Coordinates:		Date: Start	7-11-2020
			End : 13-11-2020

Ground water	Depth (m)	Description of strata	Legend	Level	Sample & Test		Rock	SPT						Remarks					
					Type	No		% CR	150	75	75	75	75		N	Allowable Bearing capacity (Kpa) F=2			
	0.00	Very stiff ,Greyisg brown Sandy silty CLAY (Top Soil)		0.00	D	1	NA												
	2.00	Very stiff dark grey Gravelly Silty CLAY, with traces of Sand with cobbles/boulders.		2.00	D	1	NA	18	17		Refusal			N>50					
	4.00	Very stiff GNEISS, high weathered / decomposed Gneiss, grading to Gravelly SAND, greyish Brown		4.00	Rock cuttings	1	Nil	22	18		Refusal			N>50					
	6.00	Hard GNEISS, high to completely weathered, grading to Gravelly SAND, greyish Brown		6.00	R	1	13	23	17		Refusal			N>50					
	8.00			R	1	23													
	10.00	Grey corase grained Gneiss rock , slightly weathered, Moderate it strong with sections between 12.00 to 12.80m completely weartherd grading to Greyish brown Gravelly SANDS cuttin=gs		10.00	R	1	8												
	12.00			R	1	30													
	14.00			R	1	20													
	16.00			Cuttings	1	20													
	18.00	Grey Coarse grained ,Strong Fresh Gneiss Rock with fissures		18.00	R	1	15												
	20.00			R	1	25													
	20.00	End of		20.00			100												

	Recommended Foundation Layer.	1.5m	Very stiff dark grey Gravelly Silty CLAY, with traces of Sand with cobbles/boulders.	N-Value (Bearing capacity) Kpa) - Factor of 3
--	-------------------------------	------	--	--


Logged by:- G. Ogutu (Geologist)	Checked by:- E.N Githaiga (Geotechnical &Material Engineer)	Approved by :- G.K Wambugu (Technical Director)
----------------------------------	---	---


















Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

BH4 Log

Client: JUBA MUNICIPAL COUNCIL SANITATION AND ENVIRONMENTAL PROJECT		Contractor: AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY		Lab Tested:		 DRECO-MATTS Drilling, Engineering, & Construction Technical Support info@drecomatts.co.ke	
BORE HOLE RECORD							
Project: Geotechnical Investigation: Juba City Council Sanitary & Environmental.		Bore Hole No: BH4					
Location: Juba South Sudan		Water table: Driller:- Robert					
Elevation:		Test Method: BS 5930:1990					
Coordinates:		Date: Start 18-12-2020		End: 19-12-2020			

Ground water	Depth (m)	Description of strata	Legend	Level	Sample & Test		ROCK	SPT								Remarks	
					Type	No		% CR	150	75	75	75	75	N	N		
	0.00	Very stiff ,Greyisg brown Sandy silty CLAY .		0.00	D	1	N/A										 Water Table
	2.00	Stiff, high weathered coarse grained Gneiss disintegrating grading to Grey Gravelly SAND		2.00	R	1	34	NA	21	18	18	18	18	93	>50		Sample Types
	4.00	Very stiff, weathered highly fissured coarse grained dark grey Gneiss rock		4.00	R	1	27									 U-Undisturbed	
	6.00			6.00	R	1	26									D-Disturbed	
	8.00			8.00	R	1	32									W Water sample	
	10.00			10.00	R	1	50									R Rock sample	
	12.00			12.00	R	1	40									CR Rock recovery	
	14.00	Moderate strong slightly weathered, whitish Grey coarse grained Gneiss rock ,		14.00	R	1	40									SPT Standard Penetration Test	
	16.00			16.00	R	1	80									 Brownish Grey Silty Clay .	
	18.00			18.00	R	1	80									Weathered Gneiss Rock (Brownish Grey)	
	20.00	End of BH		20.00												 Weathered Gneiss Rock (Grey)	
		Recommended Foundation Layer. 1.5m														 Fresh Gneiss Rock (Grey)	


Logged by:- G.Ogutu (Geologist)	Checked by :- E.N Githaiga (Geotechnical &Material Engineer)	Approved by :- G.K Wambugu (Technical Director)
--	---	--



Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

EP1

Client:	JUBA MUNICIPAL COUNCIL SANITATION AND ENVIRONMENTAL PROJECT	Lab Tested :	 DRECO-MATTS Drilling, Engineering, & Construction Technical Support info@drecomatts.co.ke
Contractor :	AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY	EXCAVATION PIT RECORD	
Project:	Geotechnical Investigation: Juba City Council Sanitary & Environmental.	Bore Hole No:	EP1
Location :	Juba South Sudan	Water table :	
Elevation:		Test Method :	BS 5930:1990
Coordinates:	Date: Start 19-12-2020 End : 19-12-2020		

Ground water	Depth (m)	Description of strata	Legend	Level	Sample & Test		ROCK	SPT							Remarks				
					Type	No		% CR	150	75	75	75	75	N		N			
	0.00	Firm Light brown sandy silty CLAY (Top Soil)		0.00													 Water Table		
	0.50	Stiff, whitish yellow/Brownish grey weathered coarse grained Gneiss disintegrating grading to Grey Gravelly SAND		0.50													Sample Types U Undisturbed D Disturbed W Water sample R Rock sample CR Rock recovery  Rock sample SPT Standard Penetration Test		
↓	1.00	Very stiff, moderately weathered fissured coarse grained dark grey Gneiss	End of EP	1.00															
	1.50			1.50															
	2.00			2.00															
	2.50			2.50															
	3.00	3.00		3.00															
	14.00	14.00		14.00															
	16.00	16.00		16.00															
	18.00	18.00		18.00															
	20.00	20.00		20.00															
		Recommended Foundation Layer.		1.5m	Stiff, whitish yellow/Brownish grey weathered coarse grained Gneiss disintegrating grading to Grey Gravelly SAND														


Logged by:- G.Ogutu (Geologist)	Checked by :- E.N Githaiga (Geotechnical & Material Engineer)	Approved by :- G.K Wambugu (Technical Director)
---------------------------------	---	---


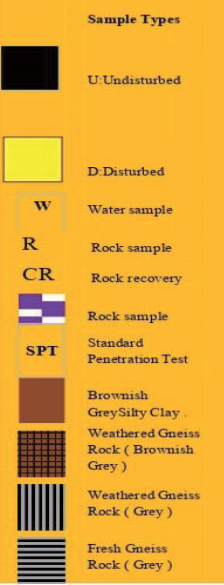
Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

EP2

Client:	JUBA MUNICIPAL COUNCIL SANITATION AND ENVIRONMENTAL PROJECT	Lab Tested :	 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support info@drecomatts.co.ke
Contractor :	AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY	EXCAVATION PIT RECORD	
Project:	Geotechnical Investigation: Juba City Council Sanitary & Environmental.	Bore Hole No:	EP2
Location :	Juba South Sudan	Water table :	
Elevation:		Test Method :	BS 5930:1990
Coordinates:	Date: Start 19-12-2020 End: 19-12-2020		

Ground water	Depth (m)	Description of strata	Legend	Level	Sample & Test		ROCK	SPT								Remarks				
					Depth (m)	No		% CR	150	75	75	75	75	N	N					
	0.00	Firm Light brown sandy silty CLAY (Top Soil)		0.00																
	0.50	Stiff, Yellow/Brownish grey Clayey silty Gravel SAND		0.50																 Water Table
↓	1.00	Stiff, whitish yellow/Brownish grey weathered coarse grained Gneiss disintegrating grading to Grey Gravelly SAND		1.00																
	1.50			1.50																
	2.00		End of EP	2.00																
	2.50			2.50																
	3.00			3.00																
	14.00			14.00																
	16.00			16.00																
	18.00			18.00																
	20.00			20.00																
		Recommended Foundation Layer.		1.5m	Stiff, whitish yellow/Brownish grey weathered coarse grained Gneiss disintegrating grading to Grey Gravelly SAND															

Logged by:-	G. Ogutu (Geologist)	Checked by :-	E.N Githaiga (Geotechnical & Material Engineer)
		Approved by :-	G.K Wambugu (Technical Director)

Appendix 6 – Photographic Records

BH1 core box Photo



BH2 core box photo.



BH3 core box photo.



BH4 core box photo



EP1 Excavation Pit Photo



EP2 Excavation Pit Photo



Appendix 7– Bearing capacity

a) N-Values

PROJECT: JUBA CITY COUNCIL SANITARY AND ENVIRONMENTAL MULTI USE BUILDING												Doc -04			
CLIENT: AB HARAMBER CONTRACTORS												Date: 21/12/2020			
LOCATION: JUBA ,SOUTH SUDAN															
GEOTECHNICAL CONTRACTOR: DRECOMATTS LIMITED															
EVALUATION OF ALLOWABLE BEARING CAPACITY BASED ON FIELD SPT 'N' VALUES															
BH No.	Depth (m)	Predominant Soil Fraction	Measured SPT 'N' Value	Overburden Correction Factor	Hammer Donut rope and pulley Correction Factor	Rod length factor (4-3m)	Sampler factor Standard	Bore hole Diamete correction	Equipment & Borehole Correction	Corrected SPT 'N' Value	Correction for Water Table Position	Uncoufined Compressive Strength	Undrained Cohesion	Allowable Bearing Capacity By Terzaghi and Peck (1948)	Allowable Bearing Capacity Terzaghi and Peck, 1967
			N	C _H	CH	CR	CS	CB	C _{CE}	N _{cor} (N ₆₀ - PECK)	C _w	q _{ult} = 13.27 * N _{cor} (kPa)	C _u = q _{ult} / 2 (kPa)	Q _{all} = 10 * N _{cor} (kPa)	Q _{all} = 3.14 * q _{ult} (kPa)
BH 1	1.50	Gravels,Sands ,Silt & Clays	50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
	3.00		50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
BH 2	1.50	Sands ,Silt & Clays	50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
	2.50		50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
BH 3	1.50	Gravels,Sands ,Silt & Clays	50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
	3.00		50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
	4.50		50	1.00	0.80	0.85	1.00	1.00	0.68	34	1.00	451	226	340	387
	5.80		50	1.00	0.80	0.85	1.00	1.00	0.68	34	1.00	451	226	340	387
BH 4	1.50	Gravels,Sands ,Silt & Clays	50	1.00	0.80	0.75	1.00	1.00	0.60	30	1.00	398	199	300	341
NB:In all the 4 test location refusal was attained at 1.5m with N-Value greater than 50 recorded.Hence the bearing capacity for this site can be deduced to be higher than 341Kpa .															
For cohesive soils, the relationship $q_u = 13.00 \times$ Design N-value is used for evaluation of the Uncoufined Compressive Strength q_u , the cohesion $C_u = q_u/2$ and $q_{ult} = 5.14 \times C_u$. q_{all} is evaluated using a factor of safety of 3.0															
Allowable bearing capacity with settlement limited to approximately 25mm for cohesionless soils read off directly from the Chart (Published by Terzaghi and Peck, 1967) . (For 2m width footing)															
Estimates of presumed allowable bearing capacity values for scheme design not detail design															
Ncor of 0.6 is adapted for rod length 0-4m and 0.68 for depth ranges 4-6m in accordance to Peck et al Ncor = N60 = CN CER CER =CH CR Cs CB															
Vincent Kimen Laboratory Manager Drecomatts Limited															

b) UCS-Rock


DRECOMATTS LIMITED											
										FORM 12	
CLIENT		AB HARAMBE CONSTRUCTION COMPANY									
PROJECT		PROPOSED JUBA CITY COUNCIL SANITARY AND ENVIRONMENT BUILDING .									
LOCATION JUBA TOWN								Date 9/2/2021			
UNCONFINED COMPRESSION TEST (UCS)-ROCK											
Bore hole No	Bore hole Depth range (m)		sample length mm	Diameter mm	cross sectional area mm ²	Volume mm ³	Height:Dia meter ratio	Weight g	Unit weight kg/m ³	Load KN	Unconfined Compressi ve Strength N/mm ²
	From	To									
BH 1	10.65	10.75	80	70	3850	308000	1.14	540	1,753	54	14.03
	12.00	12.15	85	70	3850	327250	1.21	560	1,711	75	19.48
	13.60	13.75	80	70	3850	308000	1.14	900	2,922	107	27.79
	14.80	15.00	100	70	3850	385000	1.43	1105	2,870	125	32.47
BH 2	4.65	4.75	80	80	5029	402286	1.00	650	1,616	80	15.91
	6.05	6.15	75	80	5029	377143	0.94	535	1,419	70	13.92
	8.90	9.10	110	80	5029	553143	1.38	980	1,772	130	25.85
	9.52	9.68	160	80	5029	804571	2.00	1,770	2,200	153	30.43
	10.30	10.50	100	80	5029	502857	1.25	1,110	2,207	160	31.82
	11.40	11.60	145	80	5029	729143	1.81	1,515	2,078	145	28.84
	13.20	13.80	160	80	5029	804571	2.00	1,730	2,150	142	28.24
	18.40	18.60	160	80	5029	804571	2.00	1,730	2,150	170	33.81
BH 3	5.80	5.90	95	70	3850	365750	1.36	670	1,832	158	41.04
	10.40	10.60	110	70	3850	423500	1.57	845	1,995	140	36.36
	15.10	15.30	90	70	3850	346500	1.29	630	1,818	168	43.64
	16.70	16.80	85	70	3850	327250	1.21	630	1,925	185	48.05
	19.30	19.50	130	70	3850	500500	1.86	980	1,958	205	53.25
BH 4	3.80	4.00	70	70	3850	269500	1.00	400	1,484	65	16.88
	6.80	7.00	90	70	3850	346500	1.29	420	1,212	105	27.27
	11.40	11.60	110	83	5413	595406	1.33	845	1,419	140	25.86
	13.60	13.80	140	83	5413	757790	1.69	1,132	1,494	125	23.09
	17.20	17.40	140	83	5413	757790	1.69	1,405	1,854	165	30.48
The specimens were cut into testable sizes,the surfaces were made flat by grinding.											
The specimens were tested whilst in dry condition.											
<i>Tested by AB Ayub</i>				<i>Checked by John</i>				<i>Approved by G.K Wambugu</i>			
Tel. +254 721394530 info@drecomatts drecomattsgkwambugu@gmail.com info@bpcengineering.co.ke www;drecomatts.co.ke											

Geo technical Investigations for the Project for Improvement of Waste Management in Juba, the Republic of South Sudan

AB Harambe Engineering and Construction

February 2021

Appendix 8– Summary of classification results.

LAB TEST RESULTS SUMMARY-ROCL/SOIL																																						
CLIENT		AB HARAAMBE CONSTRUCTION																									 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support											
PROJECT:		JUBA CITY COUNCIL SANITARY AND ENVIRONMENTAL MULT-PURPOSE BUILDING																																				
LOCATION		JUBA CITY; REPUBLIC OF SOUTH SUDAN																																				
		12/2/2021																																				
BH/TP no	Depth(m)	Soil Index Properties															Soil Density				Shear strength				Comments													
		% Passing Sieve (mm)															MDD	OMC	Bulk Density	SG	φ	c	Bulk density	Remolded														
		75.0	50.0	37.5	28.0	20.0	14.0	10.0	6.3	5.0	4.0	2.0	1.18	0.600	0.425	0.300										0.150	0.075	GM	NM	Plasticity								
LL	PL	PI	LS	PM	Kg/m3	%	Kg/m3		(°)	Kg/m2	Kg/m3	%																										
1	BH1	0.00	1.00					100	97.7	96.6	94.9	94.1	90.1	89.6	75.2	59.5	46.7	33	8.9	0.4	16.8	NP	NP	NP	NILL	0	1930	15.3	2225.29	2.595	27	0.02	1712	77				
2	BH1	1.00	2.00					100	99.7	99.1	89.7	97.4	95.3	84.1	67.2	51	36.3	12.1	1.8	9.4	NP	NP	NP	NILL	0				2.500									
3	BH1	2.00	3.00					100	99.7	98.1	96.3	94.8	84.3	67.9	51.5	36.7	12.1	0.9	6.7	NP	NP	NP	NILL	0				2.595										
4	BH1	3.00	4.00					100	99.3	98.9	96.9	95.7	85	68.6	51.9	36.2	10.1	0.3	2.0	NP	NP	NP	NILL	0				2.660										
5	BH1	4.00	5.00					100	99.5	99.2	97.5	96.6	86.4	69.0	52.2	36.8	9.3	0.2	1.8	NP	NP	NP	NILL	0				2.660										
6	BH1	5.00	6.00					100	99.5	97.6	96.8	86.8	69.9	53.2	37.8	10.4	0.6	2.2	NP	NP	NP	NILL	0				2.569											
7	BH2	0.00	1.00			100	96.7	95.7	94.1	91.2	89.0	82.3	79.3	68.8	57.2	46.8	35.1	14.1	8.1	13.0	28.7	23.12	5.58	2.79	261.14				2.605									
8	BH2	1.00	1.50											100	96.6	89.0	83.1	75.7	56.5	6.7	NP	NP	NP	NILL	0	1930	15.3	2225.29	2.500	25	0.13	1680	75					
9	BH2	1.50	2.30					100	99.8	99.5	97.6	96.5	86.5	69.4	52.8	37.1	15.0	0.3	15.5	27.40	14.29	13.11	6.555	692.21				2.625										
10	BH2	2.30	3.50					100	99.8	99.7	97.9	97.1	86.7	67.4	58.8	37.3	10.2	0.7	2.3	NP	NP	0	NILL	NILL				2.76										
11	BH3	0.00	1.00			100	96.5	54.4	54.5	91.2	89.3	82.6	86.6	69.3	58	47.2	35.2	14.6	2.00	34.6	25	9.6	4.8	556.80	1930	15.3	2225.29	2.47	26	0.03	1565	70						
12	BH3	1.00	2.00					100	98.7	95.4	93.8	95.9	89.9	70.8	57.9	46.2	33.5	10	1.7	NP	NP	0	NILL	NILL				2.625										
13	BH3	2.00	3.00					100	97.1	95.6	88	88	71.5	56.8	44.9	31.7	8.8	2.2	NP	NP	0	NILL	NILL				2.66											
14	BH3	12.20	12.50					100	98.7	96.4	86.5	89.5	72.6	57.7	46.8	32.6	9.1	1.4	NP	NP	0	NILL	NILL				2.715											
15	BH4	0.00	1.00			100	92.1	92	90.4	86.6	83.9	73.1	68.9	63.7	51.9	41.4	31.6	14.6	9	4.3	31.3	19.3	12	6	496.80	1680	11.9	1937.04	2.50	25	0.09	1580	82					
16	BH4	1.00	2.00					100	98.7	94.7	90.9	76.8	72	66.4	52.4	30.3	27.4	6.6	0.4	0.3	NP	NP	0	NILL	NILL				2.565									
17	EP1	0.00	1.00					100	98.6	94	84.5	79.4	65.8	61.4	48.5	39.6	33.2	27	18.4	9.4	31.2	18.97	12.23	NILL	NILL	1930	15.3	2225.29	2.595	23	0.12	1599	72					
18	EP1	1.00	2.00					100	96.6	96.6	95.4	87.5	82.3	68.6	64	50.1	40.8	34.3	28	19.4	5.6	NP	NP	0	NILL	NILL				2.625								
19	EP2	0.00	1.00					100	93.5	87.4	82.2	77.2	69.4	61.6	58.6	50.5	44.9	40.6	35.9	26.9	19.5	NP	NP	0	NILL	NILL	1680	11.9	1937.04	2.53	20	0.16	1723	89				
20	EP2	1.00	2.00					100	94	91.9	87.1	82.7	80	72.1	69.4	61.4	54.6	49.3	44	34.4	10.3	NP	NP	0	NILL	NILL				2.53								

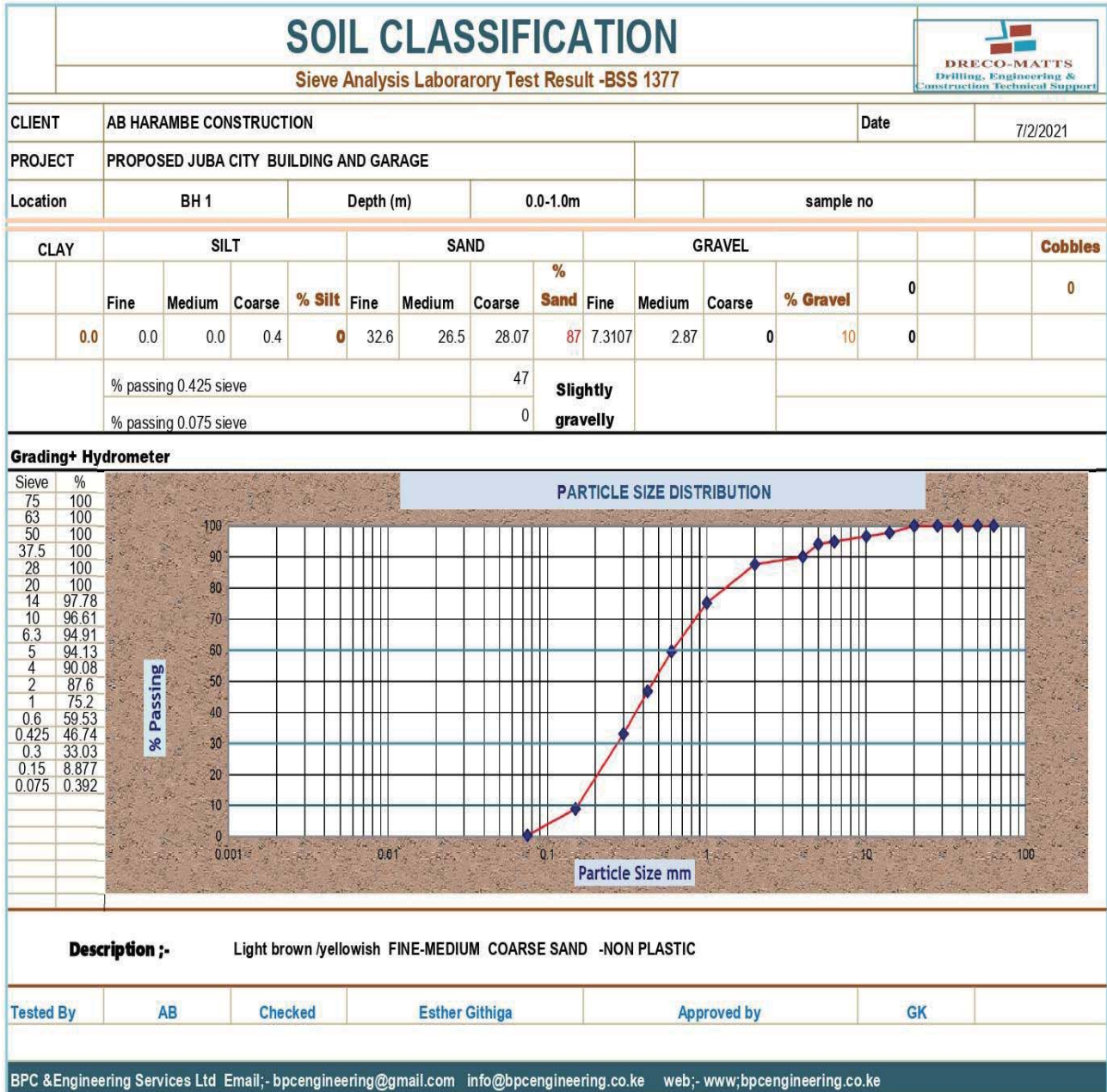
Keys:

LL Liquid Limit	LS Linear Shrinkage	USCS Unified Soil Classification System	MH Elastic Silt (High plasticity)	CH Fat Clay (High plasticity)	NA Not Applicable
PL Plastic Limit	PM Plasticity Modulus (product of Passing 0.425 a	GM Grading modulus	ML Silt	SC Clayey Sand	NS Not Specified
PI Plasticity Index	PI= LL-PL	BH Borehole	CL Clean Clay (Low plasticity)	SM Silty Sand	φ Angle of internal friction
NP Non-Plastic	MV Silts of very high plasticity	NM Natural Moisture		SP Poorly graded Sand	(°) Degrees
SG Specific gravity	CV Clays of very high plasticity	CE Clays of extremely high plasticity		LS Linear shrinkage	UCS Unconfined compressive strength

Vincent Kimeu
Laboratory Manager
Drecomatts Limited

Appendix 9– Grading results.

BH1 0.0 - 1.0m



BH1 2.0 - 3.0m

SOIL CLASSIFICATION															
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION										Date	7/2/2021			
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 1		Depth (m)		2.0-30m		sample no								
CLAY	SILT				SAND				GRAVEL				Cobbles		
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	1	35.8	31.2	26.87	94	3.881	1.34	0	5	0	0	
	% passing 0.425 sieve						51								
	% passing 0.075 sieve						1								
Grading+ Hydrometer															
Sieve	% Passing														
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	99.55														
6.3	98.66														
5	98.06														
4	96.27														
2	94.78														
1	84.33														
0.6	67.91														
0.425	51.49														
0.3	36.72														
0.15	12.09														
0.075	0.896														
<p style="text-align: center;">PARTICLE SIZE DISTRIBUTION</p>															
Description :- Grey Silty SAND -NON PLASTIC															
Tested By	AB		Checked		Esther Githiga		Approved by		GK						
BPC & Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

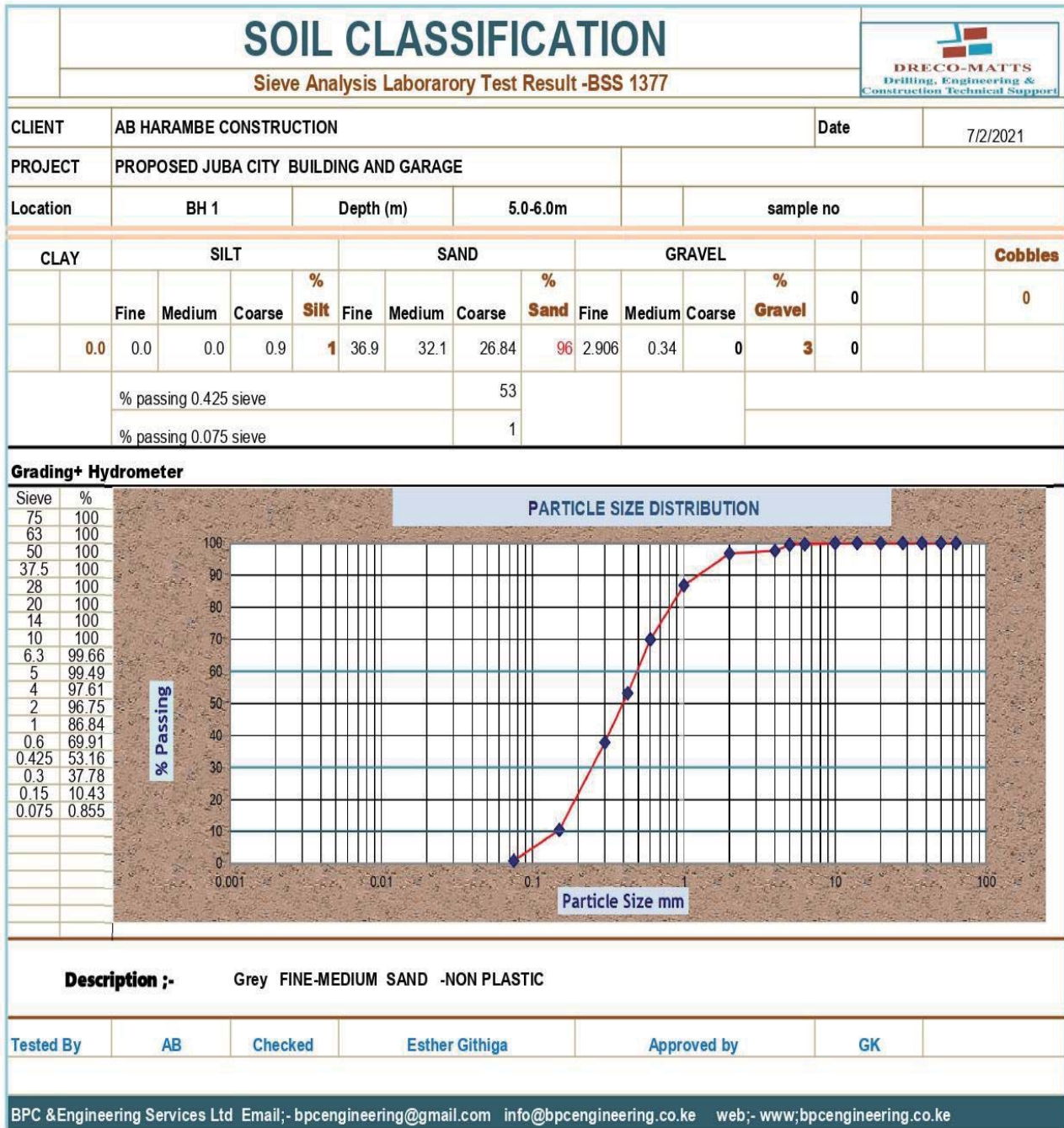
BH1 3.0 - 4.0m

SOIL CLASSIFICATION														DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	7/2/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 1		Depth (m)		3.0-4.00m		sample no								
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL						Cobbles	
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0		0
	0.0	0.0	0.0	0.3	0	35.9	32.4	27.11	95	3.636	0.66	0	4	0	
	% passing 0.425 sieve						52								
	% passing 0.075 sieve						0								
Grading+ Hydrometer															
Sieve	%	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION													
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	100														
6.3	99.34														
5	98.84														
4	96.86														
2	95.7														
1	84.96														
0.6	68.6														
0.425	51.9														
0.3	36.2														
0.15	10.08														
0.075	0.331														
Description :-		Grey FINE-MEDIUM SAND -NON PLASTIC													
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga					Approved by	GK						
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

BH1 4.0 -5.0m

SOIL CLASSIFICATION														DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	7/2/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 1		Depth (m)		4.0-5.0m							sample no			
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL						Cobbles	
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	0	36.6	32.2	27.63	96	2.881	0.51	0	3	0		
	% passing 0.425 sieve						52								
	% passing 0.075 sieve						0								
Grading+ Hydrometer															
Sieve	%														
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	100														
6.3	99.49														
5	99.15														
4	97.46														
2	96.61														
1	86.44														
0.6	68.98														
0.425	52.2														
0.3	36.78														
0.15	9.322														
0.075	0.169														
Description :- Grey FINE-MEDIUM SAND -NON PLASTIC															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga				Approved by	GK							
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

BH1 5.0 -6.0m



BH 2 0.0-1.0m

<h2 style="margin: 0;">SOIL CLASSIFICATION</h2>														 DRECO-MATS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION										Date	7/2/2021			
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 2		Depth (m)		0.0-1.0m			sample no							
CLAY	SILT				SAND				GRAVEL				0	Cobbles	0
	Fine	Medium	Coarse	%	Fine	Medium	Coarse	%	Fine	Medium	Coarse	%	0	0	
	0.0	0.0	0.0	8.1	8	27.0	22.2	22.03	71	11.88	4.49	3	20	0	
	% passing 0.425 sieve							47							
	% passing 0.075 sieve							8	gravelly						

Grading+ Hydrometer	
Sieve	%
75	100
63	100
50	100
37.5	100
28	100
20	96.7
14	95.7
10	94.1
6.3	91.2
5	89.0
4	82.3
2	79.3
1	68.8
0.6	57.2
0.425	46.8
0.3	35.1
0.15	14.1
0.075	8.1


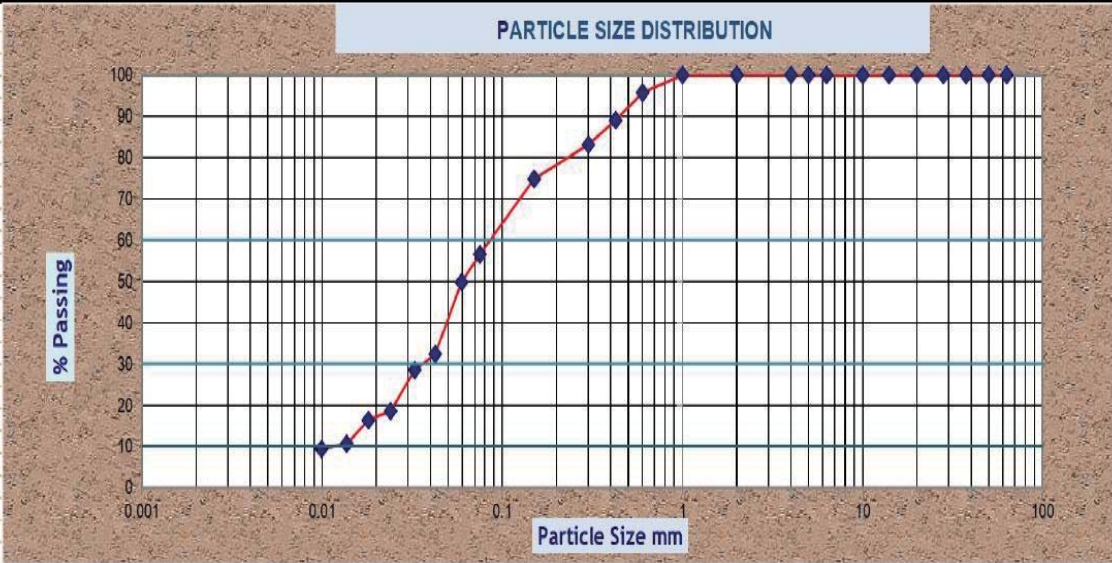
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Description :-	Light brown /yellowish FINE MEDIUM SAND -NON PLASTIC		
-----------------------	--	--	--

Tested By	AB	Checked	Esther Githiga	Approved by	GK
-----------	----	---------	----------------	-------------	----

BPC &Engineering Services Ltd Email:- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web:- www;bpcengineering.co.ke

BH 2 1.0-1.5m

<h1>SOIL CLASSIFICATION</h1>														 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION										Date	15/1/2021			
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 2		Depth (m)		1.0-1.5			sample no							
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles			
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	28.5	28.0	57	26.6	12.6	4.27	43	0	0.00	0	0	0	
	% passing 0.425 sieve						89								
	% passing 0.075 sieve						57								
Grading+ Hydrometer															
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION															
Sieve	%														
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	100														
6.3	100														
5	100														
4	100														
2	100														
1	100														
0.6	95.7														
0.425	89.0														
0.3	83.1														
0.15	74.8														
0.075	56.5														
0.059	49.8														
0.042	32.3														
0.033	28.5														
0.024	18.5														
0.018	16.3														
0.014	10.6														
0.01	9.3														
Description :- Light brown /yellowish SAND SILT with some clay															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga					Approved by	GK						
BPC & Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															


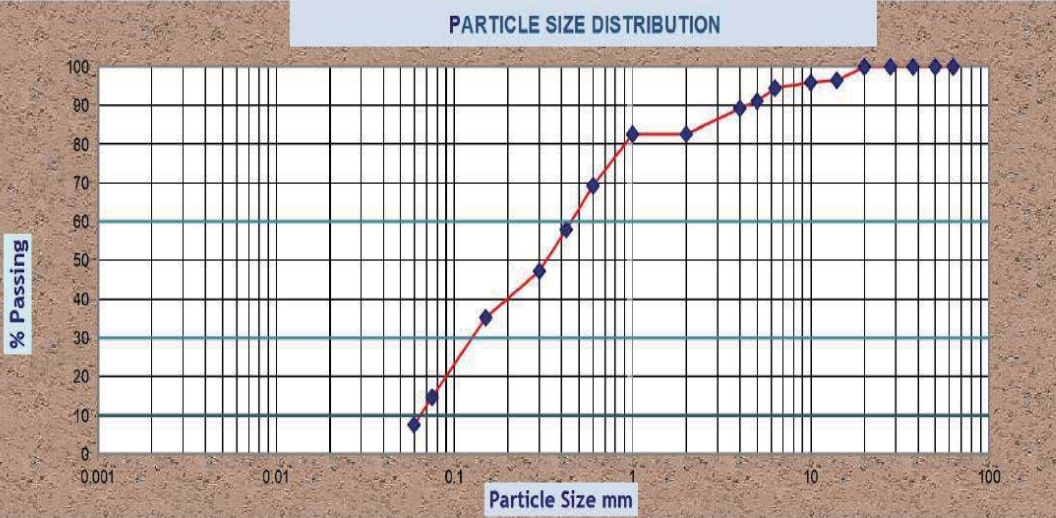
BH 2 1.5-2.3m

SOIL CLASSIFICATION														DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	7/2/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 2		Depth (m)		1.5-2.3m		sample no								
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles			
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	0.3	0	36.8	32.3	27.12	96	3.282	0.17	0	3	0	
	% passing 0.425 sieve						53								
	% passing 0.075 sieve						0								
Grading+ Hydrometer															
Sieve	% Passing														
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	100														
6.3	99.8														
5	99.5														
4	97.6														
2	96.5														
1	86.5														
0.6	69.4														
0.425	52.8														
0.3	37.1														
0.15	9.5														
0.075	0.3														
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION															
Description :- Light brown /yellowish FINE MEDIUM SAND -NON PLASTIC															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga				Approved by	GK							
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

BH 2 2.3-3.5m

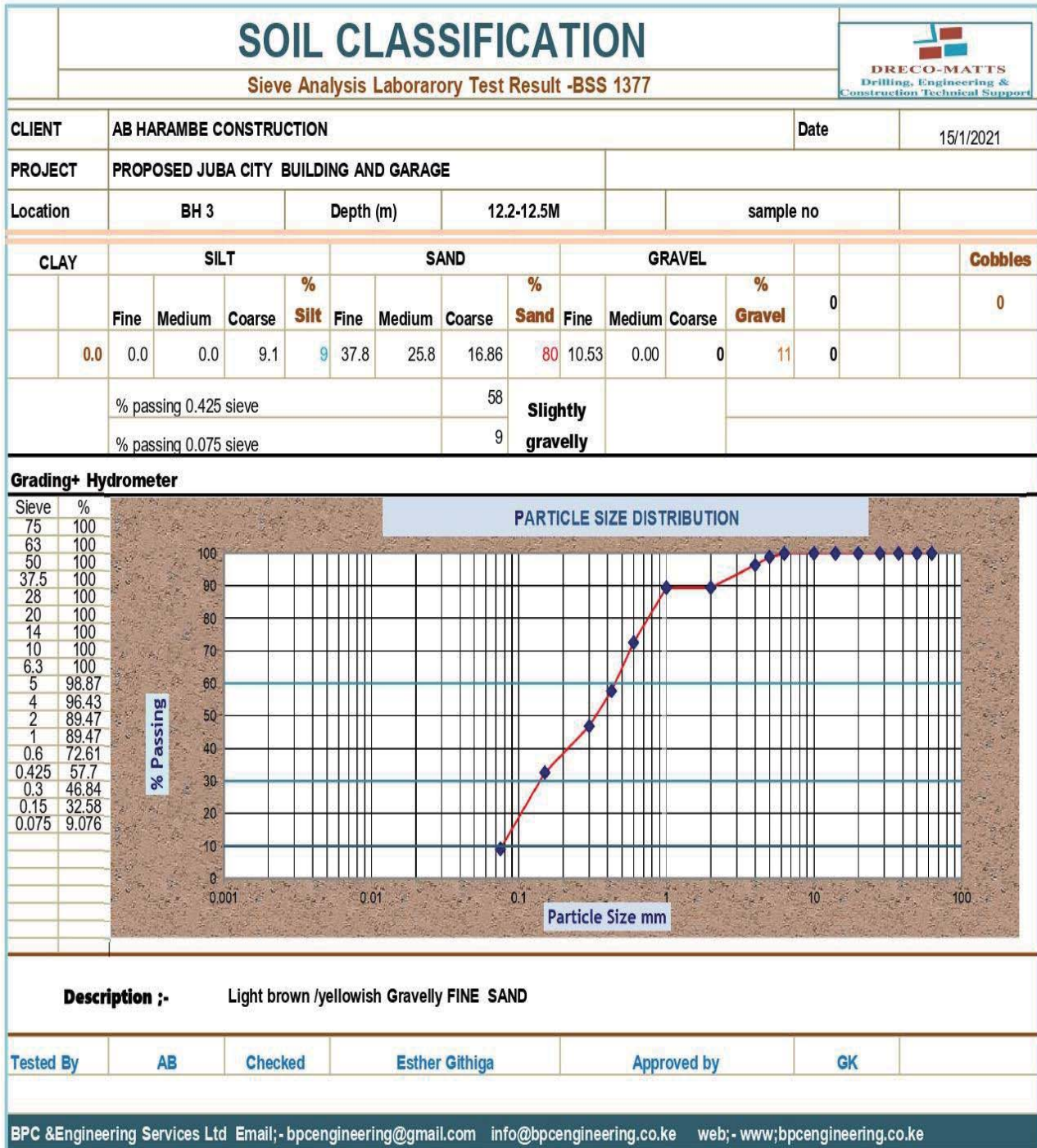
SOIL CLASSIFICATION														DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	7/2/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 2		Depth (m)		2.3-3.5m		sample no								
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles			
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	1	36.7	32.0	27.71	96	2.754	0.17	0	3	0	0	
	% passing 0.425 sieve						53								
	% passing 0.075 sieve						1								
Grading+ Hydrometer															
Sieve	%	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION													
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	100.0														
6.3	99.8														
5	99.7														
4	97.9														
2	97.1														
1	86.7														
0.6	69.4														
0.425	52.8														
0.3	37.3														
0.15	10.2														
0.075	0.7														
Description :- Light brown /yellowish FINE-MEDIUM SAND -NON PLASTIC															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga				Approved by	GK							
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

BH 3 0.0-1.0m


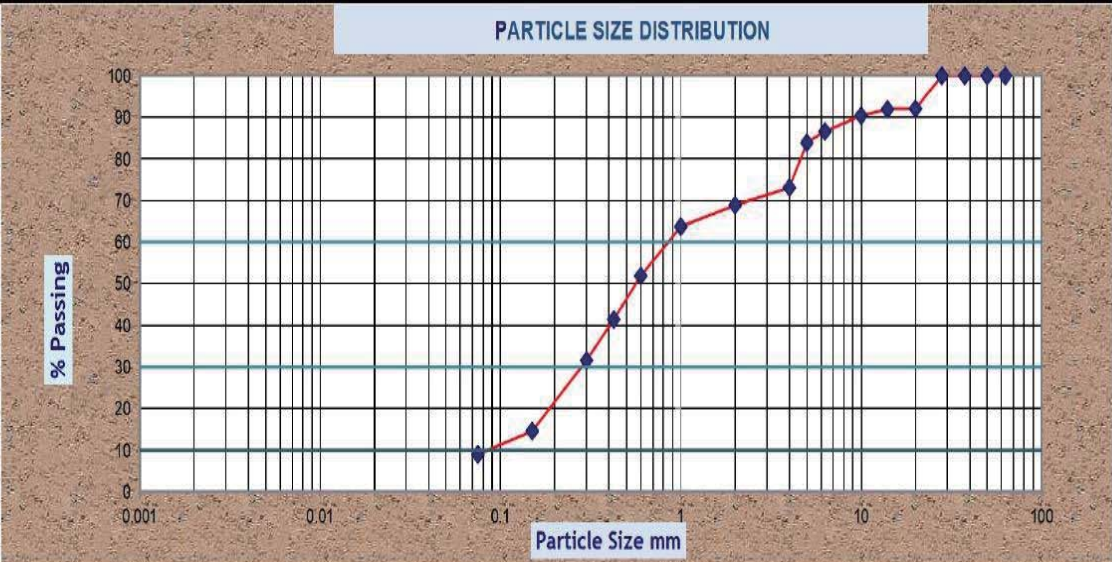
<h1>SOIL CLASSIFICATION</h1>														 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	15/1/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 3		Depth (m)		0.0-1.0		sample no								
CLAY	SILT			SAND					GRAVEL				Cobbles		
				% Silt				% Sand				% Gravel			
	Fine	Medium	Coarse		Fine	Medium	Coarse		Fine	Medium	Coarse				
	0.0	0.0	0.0	14.6	15	32.6	22.0	13.33	68	11.88	2.03	0	14	0	0
	% passing 0.425 sieve							58	Slightly						
	% passing 0.075 sieve							15	gravelly						
Grading+ Hydrometer															
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION															
Sieve	%														
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	96.5														
10	95.9														
6.3	94.5														
5	91.2														
4	89.3														
2	82.6														
1	82.6														
0.6	69.3														
0.425	58.0														
0.3	47.2														
0.15	35.2														
0.075	14.6														
0.059	7.5														
Description :- Light brown /yellowish Gravelly FINE SAND															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga					Approved by	GK						
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

SOIL CLASSIFICATION														DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	15/1/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 3		Depth (m)		1.0-2.0		sample no								
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles			
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	10.0	36.2	24.6	15.08	76	12.86	1.27	0	14	0	0	
	% passing 0.425 sieve						58	Slightly							
	% passing 0.075 sieve						10	gravelly							
Grading+ Hydrometer															
Sieve	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION														
75	100														
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100														
20	100														
14	100														
10	100.0														
6.3	98.7														
5	95.4														
4	93.8														
2	85.9														
1	85.9														
0.6	70.8														
0.425	57.9														
0.3	46.2														
0.15	33.5														
0.075	10.0														
Description :- Light brown /yellowish Gravelly FINE SAND															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga				Approved by	GK							
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

SOIL CLASSIFICATION													DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377														
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION										Date	15/1/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE													
Location	BH 3		Depth (m)		2.0-3.9M		sample no							
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles		
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0
	0.0	0.0	0.0	8.8	9	36.1	26.6	16.44	79	12.03	0.00	0	12	0
	% passing 0.425 sieve						57	Slightly						
	% passing 0.075 sieve						9	gravelly						
Grading+ Hydrometer														
Sieve	%	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION												
75	100													
63	100													
50	100													
37.5	100													
28	100													
20	100													
14	100													
10	100													
6.3	100.0													
5	97.1													
4	95.6													
2	88.0													
1	88.0													
0.6	71.5													
0.425	56.8													
0.3	44.9													
0.15	31.7													
0.075	8.8													
Description :- Light brown /yellowish Gravelly FINE SAND														
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga				Approved by	GK						
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke														



BH 4 0.0-1.0m

SOIL CLASSIFICATION														 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION											Date	7/2/2021		
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 4		Depth (m)		0.0-1.0m			sample no							
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles			
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	9.0	9	22.6	20.3	17.00	60	17.75	5.31	8	31	0	
	% passing 0.425 sieve						41		very						
	% passing 0.075 sieve						9		gravelly						
Grading+ Hydrometer															
Sieve	%														
75	100	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION													
63	100														
50	100														
37.5	100														
28	100.0														
20	92.1														
14	92.0														
10	90.4														
6.3	86.6														
5	83.9														
4	73.1														
2	68.9														
1	63.7														
0.6	51.9														
0.425	41.4														
0.3	31.6														
0.15	14.6														
0.075	9.0														
Description :- Light brown /yellowish Gravelly SAND -NON PLASTIC															
Tested By	AB	Checked	Esther Githiga					Approved by	GK						
BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke															

BH 4 1.0-2.0m

<h2 style="margin: 0;">SOIL CLASSIFICATION</h2>														 DRECO-MATTS Drilling, Engineering & Construction Technical Support	
Sieve Analysis Laboratory Test Result -BSS 1377															
CLIENT	AB HARAMBE CONSTRUCTION										Date	7/2/2021			
PROJECT	PROPOSED JUBA CITY BUILDING AND GARAGE														
Location	BH 4	Depth (m)		1.0-2.0m				sample no							
CLAY	SILT			SAND				GRAVEL				Cobbles			
	Fine	Medium	Coarse	% Silt	Fine	Medium	Coarse	% Sand	Fine	Medium	Coarse	% Gravel	0	0	
	0.0	0.0	0.0	0.4	0	27.0	25.0	19.66	72	22.68	5.29	0	28	0	
	% passing 0.425 sieve						39	very							
	% passing 0.075 sieve						0	gravelly							

Grading+ Hydrometer	
Sieve	%
75	100
63	100
50	100
37.5	100
28	100
20	100
14	100
10	98.68
6.3	94.71
5	90.93
4	76.75
2	72.02
1	66.35
0.6	52.36
0.425	39.32
0.3	27.41
0.15	6.616
0.075	0.378

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Description :-	Light brown /yellowish Gravelly SAND -NON PLASTIC
-----------------------	---

Tested By	AB	Checked	Esther Githiga	Approved by	GK
------------------	----	----------------	----------------	--------------------	----

BPC &Engineering Services Ltd Email;- bpcengineering@gmail.com info@bpcengineering.co.ke web;- www;bpcengineering.co.ke