

ペルー国

リマ上下水道公社

ペルー国

リマ首都圏北部上下水道最適化事業

(II)

準備調査報告書

ファイナル・レポート

(早期公開版)

平成23年9月

(2011年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

中南米工営株式会社

環境
JR(先)
11-163

ペルー国

リマ上下水道公社

ペルー国

リマ首都圏北部上下水道最適化事業

(II)

準備調査報告書

ファイナル・レポート

(早期公開版)

平成23年9月

(2011年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

中南米工営株式会社

為替レート (2010年6月)

USD 1.00 = JPY 91.10

PEN 1.00 = JPY 32.383

USD 1.00 = PEN 2.838

本レポートでの記述は下記の通り

JPY : 円 (¥)

PEN : ニュエボ・ソル (S/.)

USD : 米ドル (\$)



Location of Study Area in Metropolitan Lima

OCEANO PACIFICO

LEGEND

PROJECTS GSN	DISTRICT BOUNDARY
Sedapal	GREEN AREA
LIMA NORTE I	BLOCKS
LIMA NORTE II	RIVERS
LIMA NORTE III	COAST
LIMA NORTE IV	

0000078

0000078

0000898

0000898

0000938

0000938

1:200,000
 Projection: UTM
 Datum: WGS 84
 Zone: 18 sur

sedapal **REPUBLICA DEL PERU**
 SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLO DE LIMA **jica**

リマ北部上下水道最適化事業の対象地域

リマ首都圏北部上下水道最適化事業（Ⅱ）準備調査

ファイナル・レポート

目次

第1章 概論	1-1
1.1 調査名	1-1
1.2 事業概要	1-1
1.2.1 事業の目的	1-1
1.2.2 事業の資金源	1-2
1.3 需要-供給分析	1-2
1.3.1 需要分析	1-2
1.3.2 供給分析	1-5
1.3.3 需要と供給のバランス	1-5
1.4 事業の技術面の説明	1-10
1.4.1 受益者	1-10
1.4.2 上下水道施設の現状診断	1-10
1.4.3 解決策	1-13
1.5 持続可能性の評価	1-25
1.6 環境影響について	1-26
1.7 事業実施のための組織と運営	1-29
1.8 結果と提言	1-30
第2章 一般事項	2-1
2.1 事業名称	2-1
2.2 組織体制と実施体制	2-4
2.3 関連組織及び受益者	2-4
2.3.1 リマ上下水道公社-SEDAPAL	2-4
2.3.2 住宅建設衛生省	2-5
2.3.3 国家衛生局 (DNS)	2-5
2.3.4 保健省 (MINSAL)	2-5
2.3.5 経済財政省 (MEF)	2-5
2.3.6 多年度投資計画局(DGPM)	2-5
2.3.7 衛生事業国家監督署 (SUNASS)	2-6
2.3.8 公共経済活動支援国家基金(FONAFE)	2-6
2.3.9 事業区域の地方自治体	2-6
2.3.10 国際協力機構 - JICA	2-6
2.3.11 国際復興開発銀行 (IBRD)	2-7
2.3.12 ドイツ復興開発公庫 (KfW)	2-7
2.3.13 事業の受益者	2-7
2.3.14 環境省 (MINAM)	2-7
2.3.15 リマ上下水道公社の契約会社(ネットワーク、ポンプ場の運転管理、	

	業務活動の総合サービス-SIAC).....	2-7
2.3.16	要約.....	2-8
2.4	根拠となるデータ、法制度.....	2-10
2.4.1	論拠.....	2-10
2.4.2	背景データベースの参照資料.....	2-11
2.4.3	法的枠組み.....	2-12
2.5	現状分析.....	2-14
2.5.1	調査対象地域.....	2-14
2.5.2	人口統計.....	2-17
2.5.3	住環境の特徴.....	2-23
2.5.4	社会的特性.....	2-26
2.5.5	経済的特性.....	2-37
2.5.6	社会状況調査の結果.....	2-43
2.5.7	地理的・地質的特性.....	2-75
2.5.8	既存水道施設の現状診断.....	2-79
2.5.9	既存下水道システムの診断.....	2-151
2.5.10	無収水の現状と時間最大水需要の現状診断.....	2-197
2.5.11	経済財務状況診断.....	2-206
2.5.12	組織体制と法的枠組み.....	2-221
2.5.13	運転維持管理評価.....	2-233
2.5.14	問題点の分析 - 需要と規制.....	2-241
2.6	事業の対象と目的.....	2-244
第3章	事業の形成および評価.....	3-1
3.1	需要分析.....	3-1
3.1.1	対象期間.....	3-1
3.1.2	上水道.....	3-1
3.1.3	下水道.....	3-26
3.2	供給分析.....	3-32
3.2.1	上水道.....	3-32
3.2.2	下水道.....	3-39
3.3	需要-供給分析.....	3-45
3.3.1	上水道.....	3-45
3.3.2	下水道.....	3-56
3.4	問題点に対する本事業での技術的対応.....	3-57
3.4.1	技術的対応策の抽出と選定.....	3-57
3.4.2	配水システムとセクター化と自動化の概念設計.....	3-65
3.4.3	セクターおよびサブセクター境界線の見直し.....	3-73
3.4.4	送水管網の整備.....	3-81
3.4.5	配水地およびポンプ場の改善.....	3-86
3.4.6	配水管網の改善.....	3-101
3.4.7	各戸接続の改善および水道メータの設置.....	3-115

3.4.8	井戸の改善・整備	3-119
3.4.9	SCADAの導入	3-123
3.4.10	下水道の改善	3-125
3.4.11	SEDAPALの施設運用および維持管理能力の改善.....	3-129
3.4.12	事業の形成	3-132
3.5	持続性分析	3-158
3.5.1	維持管理段階に向けて予想される組織的合意	3-158
3.5.2	事業実施と運転管理の法的枠組み	3-159
3.5.3	投資と実施段階における事業における組織の管理能力.....	3-159
3.5.4	資源と資金調達の利用可能性	3-160
3.5.5	受益者の支払い能力	3-160
3.5.6	受益者の参加	3-161
3.6	環境評価	3-162
3.6.1	緒言	3-162
3.6.2	環境関連法令	3-162
3.6.3	組織的な枠組み	3-162
3.6.4	ペルーにおける環境影響評価手法	3-163
3.6.5	JICA 環境チェックリスト	3-163
3.6.6	環境影響評価	3-171
3.7	事業実施に向けた組織と管理.....	3-177

付録

Appendix-A	現地調査
A1	測量調査
A2	地質調査
A3	地下水調査
A4	構造物調査
A5	管路調査
A5.1	上水道管
A5.2	下水道管
A6	電気機器調査
A7	社会調査
A8	遺跡調査
Appendix-B	調査と分析
B1	水需要予測
B2	水理計算
B2.1	上水道管
B2.2	下水道管
B3	SCADA
B4	積算
B5	環境影響評価
B6	リスク評価
B7	経済評価
Appendix-C	図面
C1	上水道管
C2	下水道管
Appendix-D	その他
D1	往復書簡

表のリスト

表 1.3.1-1	需要分析の対象セクター	1-2
表 1.3.1-2	プロジェクトの影響地域内の水需要	1-3
表 1.3.2-1	供給分析の実施条件	1-5
表 1.3.3-1	影響地域における配水区域見直し後の水供給	1-6
表 1.3.3-2	配水池容量に係る需要-供給分析結果	1-7
表 1.3.3-3	配水管の需要-供給分析結果	1-8
表 1.3.3-4	業務対象地域の下水管の需要-供給分析	1-9
表 1.4.3-1	送水管網に係る工事内容および数量	1-13
表 1.4.3-2	配水池とポンプ場の工事	1-14
表 1.4.3-3	本事業で工事を行う配水池およびポンプ場一覧	1-15
表 1.4.3-4	井戸の建設工事	1-16
表 1.4.3-5	井戸の一覧	1-16
表 1.4.3-6	上水施設で SCADA を適用する施設の数量	1-17
表 1.4.3-7	管更新の優先順位	1-18
表 1.4.3-8	本事業で実施する、能力増強または更新管路延長の集計	1-19
表 1.4.3-9	水道の配水管と付帯設備	1-20
表 1.4.3-10	本事業で更新する給水管の数	1-21
表 1.4.3-11	給水管、水道メータの工事数量	1-21
表 1.4.3-12	管渠布設の費用比較	1-22
表 1.4.3-13	下水の枝線管路と取付管の工事数量	1-22
表 1.4.3-14	本事業で提供される維持管理機材	1-23
表 1.4.3-15	本事業での上下水道工事の概要	1-24
表 1.6-1	環境影響マトリックス	1-27
表 1.6-2	環境緩和計画案	1-28
表 2.3.16-1	関与組織の利益、問題点、援助内容	2-9
表 2.5.1-1	調査対象地域内にある人口集中地域	2-15
表 2.5.2-1	性別毎の都市人口の構成（2007年）	2-17
表 2.5.2-2	年齢毎の都市人口の構成（2007年）	2-18
表 2.5.2-3	国勢調査によって登録されたリマ州とカヤオ特別州の人口と 人口増加率（1940-2007年）	2-18
表 2.5.2-4	調査対象地域の人口増加率	2-20
表 2.5.2-5	調査対象地域の都市人口と世帯数	2-21
表 2.5.2-6	平均寿命（2005年）	2-22
表 2.5.2-7	リマ州とカヤオ特別州における5年毎の人口統計学的指標	2-23
表 2.5.3-1	都市部住居数（2007年）	2-23
表 2.5.3-2	調査地域内の各セクターの街区数と住宅区画数	2-24

表 2.5.3-3	住居の形態	2-25
表 2.5.3-4	住居の建築材料	2-25
表 2.5.3-5	公共サービスへのアクセス可能率(%)	2-26
表 2.5.4-1	条件毎の乳児死亡率（2004-2006年）	2-26
表 2.5.4-2	病院、診療センター、診療所（2008年）	2-27
表 2.5.4-3	医療施設に勤務する保健省のスタッフ構成（2007年）	2-28
表 2.5.4-4	外部医療機関の調査による2007年、2008年の主な疾病要因（カラバイーヨ区、ロス・オリボス区、プエンテ・ピエドラ区、サン・マルティン区、コマス区）	2-29
表 2.5.4-5	外部医療機関の調査による2007年、2008年の主な疾病要因（カヤオ区、ベンタニーヤ区）	2-29
表 2.5.4-6	5歳以下の乳幼児の下痢の発生数と感染率（1000人当たり）	2-30
表 2.5.4-7	リマ州の識字率（1995-2015年）	2-30
表 2.5.4-8	調査対象地域の識字状況	2-31
表 2.5.4-9	教育機関数（2008*年）	2-32
表 2.5.4-10	学校数、クラス数、教員数（2008*年）	2-33
表 2.5.4-11	学校数、クラス数、教員数（2008*年）	2-34
表 2.5.4-12	一人当たりの一カ月の支出額（2007年、首都圏の物価基準）	2-35
表 2.5.4-13	地域レベルでの貧困層の分布（2007年）	2-35
表 2.5.5-1	労働人口分布（2007年）	2-37
表 2.5.5-2	調査地域の雇用形態（2007年）	2-37
表 2.5.5-3	産業毎の雇用状態（2007年）	2-38
表 2.5.5-4	全世帯の収入レベル	2-38
表 2.5.5-5	月収レベル	2-39
表 2.5.5-6	上下水道が整備されている世帯数	2-39
表 2.5.5-7	各戸接続数（2009年）	2-40
表 2.5.5-8	7区全体の下水道接続数（2009年）	2-40
表 2.5.5-9	調査対象地域の下水道接続数	2-40
表 2.5.5-10	各家庭で所有されている交通手段(*)	2-41
表 2.5.6-1	各セクターのサンプル数	2-44
表 2.5.6-2	給水区域毎のサンプル数	2-45
表 2.5.6-3	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けているセクター」の毎月の家計収入と家計支出	2-49
表 2.5.6-4	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けていないセクター」の毎月の家計収入と家計支出	2-50
表 2.5.6-5	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けている地域」で発生した水因性疾患	2-51

表 2.5.6-6	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けていない地域」で発生した水因性疾患	2-51
表 2.5.6-7	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けている地域」における水消費量と支払金額	2-52
表 2.5.6-8	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けている地域」の水道サービスの問題	2-54
表 2.5.6-9	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けている地域」の屋外での問題点	2-55
表 2.5.6-10	リマ上下水道公社による水道サービスを「受けている地域」での電動送水ポンプの使用割合	2-56
表 2.5.6-11	リマ上下水道公社による水道サービスを「受けていない地域」における平均水消費量と支払い金額	2-58
表 2.5.6-12	高架水槽に揚水を行うための電動送水ポンプの使用	2-59
表 2.5.6-13	リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」における評価	2-60
表 2.5.6-14	リマ上下水道公社の給水サービスを「受けていない地域」における評価	2-61
表 2.5.6-15	リマ上下水道公社の下水サービスを「受けている地域」の主な問題点	2-62
表 2.5.6-16	リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」における屋外の主な問題点	2-63
表 2.5.6-17	リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」の排泄物処理の問題	2-65
表 2.5.6-18	配水システムの維持・監理費用	2-65
表 2.5.6-19	リマ上下水道公社の下水サービスに対する評価	2-66
表 2.5.6-20	現在の下水道システムに対する評価	2-67
表 2.5.6-21	リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」での上下水道サービスの費用と収入・支出	2-69
表 2.5.6-22	リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」での上下水道サービスの費用と収入・支出	2-69
表 2.5.6-23	上下水道サービスの向上に対する支払い意思額	2-71
表 2.5.6-24	リマ上下水道公社のサービスを24時間受けている地域での最大支払い意思額（WTP）	2-71
表 2.5.6-25	リマ上下水道公社のサービスを制限給水で受けている地域（コマスー2区）での支払い意思額	2-72
表 2.5.6-26	リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」における適切な上下水道サービス導入に対する代替的支払い意思額	2-73
表 2.5.6-27	リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」における代替的支払い意思額の結果	2-73

表 2.5.7-1	SEDAPAL の既存測量データの検証	2-76
表 2.5.8-1	現行セクター、セクター、およびサブ・セクターの関係	2-80
表 2.5.8-2	流入部バルブ・ピットが設置されている現行セクター	2-84
表 2.5.8-3	事故件数の記録	2-92
表 2.5.8-4	浄水施設等の能力および生産水量実績	2-97
表 2.5.8-5	SEDAPAL が計画している浄水能力の強化に係わる事業	2-99
表 2.5.8-6	調査対象地域内ワチパ浄水場計配水地域に含まれるセクター	2-100
表 2.5.8-7	調査対象地域における既存送水管のセクター別、材質別延長	2-102
表 2.5.8-8	調査対象地域の送水幹線	2-103
表 2.5.8-9	ワチパ浄水場からの送水量の配分	2-105
表 2.5.8-10	調査対象地域内の配水池およびポンプ場の一覧	2-107
表 2.5.8-11	電機設備の補修を行う配水池一覧	2-109
表 2.5.8-12	配水池の機電設備の状況	2-110
表 2.5.8-13	電機設備の補修を行うポンプ場一覧	2-111
表 2.5.8-14	電機設備の現状	2-112
表 2.5.8-15	調査対象地域内の井戸の一覧	2-115
表 2.5.8-16	調査対象地域の補修を予定している井戸	2-116
表 2.5.8-17	井戸の電機設備の状況	2-119
表 2.5.8-18	既存の現行セクター流入バルブ・ピット	2-120
表 2.5.8-19	現行セクター流入バルブ・ピットの主要機器	2-120
表 2.5.8-20	既存配水管のセクター別管種別延長	2-122
表 2.5.8-21	配水管付帯設備のセクター別個数	2-123
表 2.5.8-22	建設後経過年数ごとの配水管延長	2-125
表 2.5.8-23	建設後経過年数ごとの AC 管の延長	2-126
表 2.5.8-24	建設後経過年数ごとの PVC 管の延長	2-127
表 2.5.8-25	口径別材料別の配水管の延長	2-128
表 2.5.8-26	配水管事故率の高いセクターにおける AC 管または古い管の延長	2-134
表 2.5.8-27	古い AC 管の割合が多いセクターの事故率	2-134
表 2.5.8-28	セクター化されている地域における無収水率と配水管の 材質及び布設後経過年数	2-135
表 2.5.8-29	問題のある配水管の問題種別ごとの延長	2-138
表 2.5.8-30	管材質および建設後経過年数ごとのサンプル数	2-139
表 2.5.8-31	各戸接続の種類	2-142
表 2.5.8-32	調査対象地域内の水道メーター設置状況	2-143
表 2.5.8-33	SCADA に係る現状調査の対象施設	2-147
表 2.5.9-1	排水区と下水処理場	2-153
表 2.5.9-2	排水分区	2-155

表 2.5.9-3	管種ごとの幹線延長（コマス排水区）	2-159
表 2.5.9-4	材齢ごとの幹線延長（コマス排水区）	2-160
表 2.5.9-5	管種ごとの幹線延長（プエンテ・ピエドラ排水区）	2-161
表 2.5.9-6	材齢ごとの幹線延長（プエンテ・ピエドラ排水区）	2-161
表 2.5.9-7	管種ごとの幹線延長（マルケス・オケンド排水区）	2-162
表 2.5.9-8	材齢ごとの幹線延長（マルケス・オケンド排水区）	2-162
表 2.5.9-9	事業地域の枝線延長	2-162
表 2.5.9-10	調査対象地域における、排水分区分別・管材別延長	2-166
表 2.5.9-11	事業対象地域の管種別得枝線延長	2-167
表 2.5.9-12	事業対象地域における年数別枝線延長	2-169
表 2.5.9-13	マンホール調査による腐食程度	2-174
表 2.5.9-14	現地調査の結果に基づく腐食の計算	2-180
表 2.5.9-15	事故の分類（2006-2009年）	2-182
表 2.5.9-16	道路別事故（2009年6月）	2-184
表 2.5.9-17	管の陥没事故	2-187
表 2.5.9-18	事故より判断した管の状態	2-187
表 2.5.9-19	排水区ごとの事故件数と CSN 管の延長	2-188
表 2.5.9-20	排水区ごとの事故件数と CSN 管の延長	2-189
表 2.5.9-21	試掘調査	2-192
表 2.5.9-22	特定利用者のリスト	2-193
表 2.5.10-1	リマ首都圏北部の無収水率	2-198
表 2.5.10-2	技術的損失水量・率の推定結果	2-201
表 2.5.11-1	バランスシート	2-207
表 2.5.11-2	損益計算書	2-208
表 2.5.11-3	キャッシュフロー	2-209
表 2.5.11-4	財務・運営指標	2-211
表 2.5.11-5	投資と財源	2-212
表 2.5.11-6	2009-2013年5年間の投資計画	2-213
表 2.5.11-7	民間事業の財源額	2-213
表 2.5.11-8	財源	2-214
表 2.5.11-9	運転費用予測	2-214
表 2.5.11-10	収入予測	2-215
表 2.5.11-11	2010-2014年の5年間の投資計画	2-216
表 2.5.11-12	各年度の財源まとめ	2-216
表 2.5.11-13	運転費用の予測	2-216
表 2.5.11-14	収入予測	2-217
表 2.5.11-15	料金改定	2-217

表 2.5.11-16	資本加重平均コスト（WACC）	2-220
表 2.5.12-1	雇用体系による雇用者分配	2-224
表 2.5.12-2	労働生産性指標	2-225
表 2.5.12-3	事業形成、実施、維持管理に関連するチーム概要	2-227
表 2.5.12-4	漏水探査チームの使用機器	2-229
表 2.5.12-5	コマス区の O&M 調査チームの使用機器	2-231
表 2.5.12-6	カヤオ区の O&M 調査チームの使用機器	2-232
表 2.5.13-1	運転維持管理手順概要	2-233
表 2.5.13-2	水道配管の漏水（2009 年）	2-234
表 2.5.13-3	配管維持管理（2009 年）	2-234
表 2.5.13-4	家庭接続（2009 年）	2-234
表 2.5.13-5	配管布設・交換（2009 年）	2-234
表 2.5.13-6	バルブ関連の運転管理（2009 年）	2-235
表 2.5.13-7	配水付属施設に関する運転管理（2009 年）	2-235
表 2.5.13-8	地下漏水調査(1997-2009 年)	2-235
表 2.5.13-9	メータ交換（2009 年）	2-236
表 2.5.13-10	事業対象地域における下水管破壊による道路陥没数（2009 年）	2-237
表 2.5.13-11	下水管詰まりの洗浄（2009 年）	2-237
表 2.5.13-12	下水管補修・新規布設（2009 年）	2-237
表 2.5.13-13	家庭接続の管理（2009 年）	2-237
表 2.5.13-14	マンホール洗浄、蓋交換（2009 年）	2-238
表 2.5.13-15	下水管の清掃（2009 年）	2-238
表 2.5.13-16	下水管新規布設	2-239
表 3.1.2-1	需要分析の対象とするセクター	3-4
表 3.1.2-2	調査対象地域内各区の市街化状況	3-5
表 3.1.2-3	現在の接続数および水使用者数	3-8
表 3.1.2-4	各区の世帯あたり居住者数	3-9
表 3.1.2-5	調査対象地域の人口および 1 世帯あたり居住者数	3-10
表 3.1.2-6	需要分析で使用する人口増加率	3-12
表 3.1.2-7	各サブ・セクターの接続数および水使用者数	3-13
表 3.1.2-8	大規模需要者数	3-14
表 3.1.2-9	需要分析で使用する単位水使用量	3-15
表 3.1.2-10	本分析に適用する現状の無収水率と損失水率	3-18
表 3.1.2-11	水需要の最大係数および配水池貯留容量係数等	3-18
表 3.1.2-12	調査対象地域全体の水需要分析結果	3-19
表 3.1.2-13	調査対象地域内ワチパ浄水場計画配水地域の水需要分析結果	3-20
表 3.1.2-14	水需要に対して必要となる配水枝管延長	3-21

表 3.1.2-15	セクターおよび配水池における貯留量の需要予測	3-22
表 3.1.2-16	セクターおよびサブ・セクターにおける送水管の需要予測（日最大配水量）	3-23
表 3.1.2-17	サブ・セクターにおける接続管の需要予測（時間最大配水量）	3-24
表 3.1.2-18	サブ・セクターにおける各戸接続の需要予測（世帯）	3-25
表 3.1.3-1	水理計算により能力不足と判定された管渠延長	3-26
表 3.1.3-2	排水分区ごとの下水道接続数	3-27
表 3.1.3-3	下水道管路の需要（既存管渠の延長）	3-28
表 3.1.3-4	排水分区ごとの需要	3-29
表 3.2.1-1	浄水場等の能力と調査対象地域への送水量	3-33
表 3.2.1-2	リマ北部Ⅰ事業 F/S におけるワチパ浄水場からの計画受水量	3-34
表 3.2.1-3	供給分析の実施条件	3-36
表 3.2.1-4	ワチパ浄水場計画配水地域への供給分析結果	3-36
表 3.2.1-5	配水池の供給量（貯留容量）	3-37
表 3.2.1-6	送水幹線の供給（流量）実績	3-38
表 3.2.1-7	送水管の供給（流量）実績	3-38
表 3.2.1-8	ポンプ圧送管の供給（流量）実績	3-38
表 3.2.1-9	配水管網の供給（更新が不要な管路延長）	3-39
表 3.2.2-1	想定される既存無筋コンクリート管の更新率案	3-43
表 3.2.2-2	下水道管路の供給	3-44
表 3.3.1-1	必要水量に係る配水地域見直し後の供給—需要分析結果	3-49
表 3.3.1-2	配水池容量に係る供給—需要分析結果	3-50
表 3.3.1-3	各区の需要 - 供給分析（必要水量）	3-51
表 3.3.1-4	配水管の需要 - 供給分析	3-52
表 3.3.1-5	圧力式送水管の需要 - 供給分析(日最大量)	3-53
表 3.3.1-6	配水池から各サブ・セクターへの配水管の需要 - 供給分析 (時間最大配水量)	3-54
表 3.3.1-7	各戸接続の需要 - 供給分析(時間最大配水量)	3-55
表 3.3.2-1	下水道の需要 - 供給分析	3-56
表 3.4.1-1	配水管網および各戸接続で発生している漏水量の割合の推定	3-60
表 3.4.1-2	事業の実施による無収水率改善効果の推定結果	3-62
表 3.4.1-3	技術的対応策（配水網の変更および各戸接続の更新）の 実施レベルの比較検討	3-63
表 3.4.2-1	本調査で提案するセクターおよびサブセクターの一覧	3-67
表 3.4.2-2	セクターおよびサブセクターの定義	3-68
表 3.4.2-3	Perfil で提案された配水システムの各階層の役割と日本の事例との比較	3-70
表 3.4.4-1	本事業で設置する減圧弁	3-85

表 3.4.4-2	送水網に係る工事内容および数量	3-86
表 3.4.5-1	既存配水池の貯留容量が国家衛生基準を満足しないサブ・セクター	3-88
表 3.4.5-2	2025年時点の水需要をもとにした配水池の必要貯留容量	3-89
表 3.4.5-3	配水池の動的水量解析で使用したモデル流量	3-90
表 3.4.5-4	配水池の消費水量変動緩衝能力の評価	3-91
表 3.4.5-5	配水池およびポンプ場の改善に含まれる工種と類型	3-93
表 3.4.5-6	配水池に設置する主要機器	3-97
表 3.4.5-7	配水池およびポンプ場の改善に係る工事内容および数量	3-98
表 3.4.5-8	本事業で工事を行う配水池およびポンプ場一覧	3-99
表 3.4.6-1	新規に布設される配水本管(km)	3-103
表 3.4.6-2	水理解析結果に基づき能力増強が必要な配管延長(km)	3-104
表 3.4.6-3	更新の検討を行う管路の優先順位	3-106
表 3.4.6-4	本事業で実施する能力増強、または更新管路延長の集計(km)	3-108
表 3.4.6-5	能力増強または更新管路の延長内訳	3-110
表 3.4.6-6	配水管に使用する材料の比較選定	3-112
表 3.4.6-7	配水網の改善に係る工事内容および数量	3-114
表 3.4.7-1	本事業で更新する接続数	3-116
表 3.4.7-2	各戸接続で使用する材料の比較選定	3-117
表 3.4.7-3	本事業における水道メーター設置数	3-118
表 3.4.7-4	各戸接続の改善および水道メーターの設置に係る工事内容および数量	3-118
表 3.4.8-1	本事業で改善する井戸	3-119
表 3.4.8-2	井戸の改善に係る工事内容および数量	3-121
表 3.4.9-1	SCADA 対象施設の数量	3-124
表 3.4.10-1	工法による配管布設費の比較	3-126
表 3.4.10-2	配管、マンホール、取付管の更新数量	3-127
表 3.4.11-1	本事業で調達する維持管理用資機材	3-130
表 3.4.12-1	事業の内容	3-132
表 3.4.12-2	複数のセクターに送水している送水管の布設	3-133
表 3.4.12-3	自然流下による送水管の布設（セクター83A）	3-133
表 3.4.12-4	ポンプ圧送管の布設（セクター83A）	3-133
表 3.4.12-5	配水池設備の更新・設置（セクター83A）	3-134
表 3.4.12-6	配水管の更新（セクター83A）	3-134
表 3.4.12-7	バルブ類の新設・更新（セクター83A）	3-134
表 3.4.12-8	自然流下による送水管の布設（セクター83B）	3-135
表 3.4.12-9	配水池設備の更新・補修（セクター83B）	3-135
表 3.4.12-10	配水管の更新（セクター83B）	3-136
表 3.4.12-11	バルブ類の新設・更新（セクター83B）	3-136

表 3.4.12-12	自然流下による送水管の布設（セクター84A）	3-136
表 3.4.12-13	ポンプ圧送管の布設（セクター84A）	3-136
表 3.4.12-14	配水池設備の更新・設置（セクター84A）	3-137
表 3.4.12-15	配水管の更新（セクター84A）	3-137
表 3.4.12-16	バルブ類の新設・更新（セクター84A）	3-137
表 3.4.12-17	自然流下による送水管の布設（セクター84B）	3-138
表 3.4.12-18	ポンプ圧送管の布設（セクター84B）	3-138
表 3.4.12-19	配水池設備の更新・設置（セクター84B）	3-138
表 3.4.12-20	配水管の更新（セクター84B）	3-139
表 3.4.12-21	バルブ類の新設・更新（セクター84B）	3-139
表 3.4.12-22	自然流下による送水管の布設（セクター85A）	3-139
表 3.4.12-23	ポンプ圧送管の布設（セクター85A）	3-139
表 3.4.12-24	配水池設備の更新・設置（セクター85A）	3-140
表 3.4.12-25	配水管の更新（セクター85A）	3-140
表 3.4.12-26	バルブ類の新設・更新（セクター85A）	3-140
表 3.4.12-27	自然流下による送水管（セクター85B）	3-141
表 3.4.12-28	ポンプ圧送管の布設（セクター85B）	3-141
表 3.4.12-29	配水池設備の更新・設置（セクター85B）	3-141
表 3.4.12-30	配水管の更新（セクター85B）	3-142
表 3.4.12-31	バルブ類の新設・更新（セクター85B）	3-142
表 3.4.12-32	自然流下による送水管の布設（セクター85C）	3-142
表 3.4.12-33	配水池設備の更新・設置（セクター85C）	3-143
表 3.4.12-34	配水管の更新（セクター85C）	3-143
表 3.4.12-35	バルブ類の新設・更新（セクター85C）	3-143
表 3.4.12-36	自然流下による送水管の布設（セクター212A）	3-144
表 3.4.12-37	ポンプ圧送管の布設（セクター212A）	3-144
表 3.4.12-38	配水池設備の更新・設置（セクター212A）	3-144
表 3.4.12-39	配水管の更新（セクター212A）	3-145
表 3.4.12-40	バルブ類の新設・更新（セクター212A）	3-145
表 3.4.12-41	自然流下による送水管の布設（セクター212B）	3-145
表 3.4.12-42	ポンプ圧送管の布設（セクター212B）	3-145
表 3.4.12-43	配水池設備の更新・設置（セクター212B）	3-146
表 3.4.12-44	配水管の更新（セクター212B）	3-146
表 3.4.12-45	バルブ類の新設・更新（セクター212B）	3-146
表 3.4.12-46	配水池設備の更新・設置（セクター213）	3-147
表 3.4.12-47	配水管の更新（セクター213）	3-147
表 3.4.12-48	バルブ類の新設・更新（セクター213）	3-148

表 3.4.12-49	自然流下による送水管の布設（セクター259）	3-148
表 3.4.12-50	ポンプ圧送による配水管の布設（セクター259）	3-148
表 3.4.12-51	配水池設備の更新・設置（セクター259）	3-148
表 3.4.12-52	配水管の更新（セクター259）	3-149
表 3.4.12-53	バルブ類の新設・更新（セクター259）	3-149
表 3.4.12-54	配水管の更新（セクター345）	3-149
表 3.4.12-55	バルブ類の新設・更新（セクター345）	3-150
表 3.4.12-56	配水管の更新（セクター346）	3-150
表 3.4.12-57	バルブ類の新設・更新（セクター346）	3-150
表 3.4.12-58	配水管の更新（セクター347）	3-151
表 3.4.12-59	バルブ類の新設・更新（セクター347）	3-151
表 3.4.12-60	配水管の更新（セクター348A）	3-151
表 3.4.12-61	バルブ類の新設・更新（セクター348A）	3-151
表 3.4.12-62	配水管の更新（セクター348B）	3-152
表 3.4.12-63	バルブ類の新設・更新（セクター348B）	3-152
表 3.4.12-64	自然流下による送水管の布設（セクター349A）	3-152
表 3.4.12-65	ポンプ圧送管の布設（セクター349A）	3-152
表 3.4.12-66	配水池設備の更新・設置（セクター349A）	3-153
表 3.4.12-67	配水管の更新（セクター349A）	3-153
表 3.4.12-68	バルブ類の新設・更新（セクター349A）	3-153
表 3.4.12-69	ポンプ圧送管の布設（セクター349B）	3-154
表 3.4.12-70	配水池設備の更新・設置（セクター349B）	3-154
表 3.4.12-71	配水管の更新（セクター349B）	3-154
表 3.4.12-72	バルブ類の新設・更新（セクター349B）	3-155
表 3.4.12-73	配水管の更新（セクター350）	3-155
表 3.4.12-74	バルブ類の新設・更新（セクター350）	3-155
表 3.4.12-75	配水池設備の更新・設置（セクター351）	3-156
表 3.4.12-76	配水管の更新（セクター351）	3-156
表 3.4.12-77	バルブ類の新設・更新（セクター351）	3-156
表 3.4.12-78	配水管の更新（セクター368A）	3-157
表 3.4.12-79	バルブ類の新設・更新（セクター368A）	3-157
表 3.4.12-80	配水管の更新（セクター369A）	3-157
表 3.4.12-81	バルブ類の新設・更新（セクター369A）	3-157
表 3.6.5-1	環境チェックリスト上水道	3-165
表 3.6.5-2	環境チェックリスト下水道	3-168
表 3.6.6-1	環境影響評価マトリックス	3-172
表 3.6.6-2	環境緩和計画案	3-174

表 3.6.6-3 アスベスト石綿管撤去作業に係わる留意事項..... 3-176

図のリスト

図 1.3.1-1	無収水率が 50% のサブ・セクターの現状および将来の配水量の内訳	1-4
図 1.3.1-2	影響地域内の水需要分析結果	1-4
図 1.3.3-1	必要水量に係る需要-供給分析結果	1-5
図 2.1.1-1	リマ北部上下水道最適化事業の対象地域	2-3
図 2.5.1-1	調査対象地域の位置図	2-15
図 2.5.2-1	リマ州とカヤオ特別州の総人口と人口増加率	2-19
図 2.5.2-2	リマ州とカヤオ特別州の人口移動数	2-21
図 2.5.6-1	リマ上下水道公社のサービスを「受けているセクター」と 「受けていないセクター」	2-47
図 2.5.6-2	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けているセクター」の 毎月の家計収入と家計支出	2-49
図 2.5.6-3	リマ上下水道公社の水道サービスを「受けていないセクター」の 毎月の家計収入と家計支出	2-50
図 2.5.6-4	リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」における 水消費量と支払い金額	2-53
図 2.5.6-5	リマ上下水道公社による給水サービスを「受けている地域」の主な問題	2-54
図 2.5.6-6	リマ上下水道公社による給水サービスを「受けている地域」の 屋外での問題	2-56
図 2.5.6-7	リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」の給水源	2-57
図 2.5.6-8	リマ上下水道公社による給水サービスを「受けていない地域」で 認識されている主な問題	2-58
図 2.5.6-9	リマ上下水道公社による給水サービスを「受けていない地域」の 屋外の主な問題点	2-59
図 2.5.6-10	リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」における評価	2-60
図 2.5.6-11	リマ上下水道公社の給水サービスを「受けていない地域」における評価	2-61
図 2.5.6-12	リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」の主な問題点	2-62
図 2.5.6-13	リマ上下水道公社の下水サービスを「受けている地域」における 屋外の主な問題点	2-63
図 2.5.6-14	リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」における 排泄物処理方法	2-64
図 2.5.6-15	リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」における 生活雑排水処理方法	2-64
図 2.5.6-16	リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」の 排泄物処理の問題点	2-65
図 2.5.6-17	リマ上下水道公社の下水サービスに対する評価	2-66

図 2.5.6-18	リマ上下水道公社の下水道システムに対する評価	2-67
図 2.5.6-19	リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」における 上下水道サービスの料金に対する評価	2-68
図 2.5.6-20	リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」における 既存の水道サービス料金に対する評価	2-68
図 2.5.6-21	水道サービス向上に対する追加支払い意思額の推定	2-71
図 2.5.6-22	リマ上下水道公社のサービスを性ベン給水で受けている地域 (コマスー2区)での支払い意思額の推定	2-72
図 2.5.6-23	リマ上下水道公社によるサービスを受けていない地域における適切な 上下水道サービス導入に対する代替的支払意思額の推定	2-73
図 2.5.8-1	既存浄水場の配置および調査対象地域との関係	2-81
図 2.5.8-2	調査対象地域の送水システム	2-82
図 2.5.8-3	調査対象地域への送水管網模式図	2-83
図 2.5.8-4	現行セクター流入部バルブ・ピットの配置	2-86
図 2.5.8-5	現行セクター流入部の実測流量	2-87
図 2.5.8-6	現行セクター流入部の実測水圧（一次側水圧調整前）	2-89
図 2.5.8-7	現行セクター流入部の実測水圧（二次側水圧調整後）	2-90
図 2.5.8-8	配水網内の実測水圧	2-91
図 2.5.8-9	配水管における事故発生箇所	2-94
図 2.5.8-10	各戸接続における事故発生箇所	2-95
図 2.5.8-11	給水時間	2-96
図 2.5.8-12	ワチパ浄水場の計画配水地域	2-100
図 2.5.8-13	ワチパ浄水場からの送水計画	2-105
図 2.5.8-14	材質別の配水管の分布	2-129
図 2.5.8-15	建設後経過年数別の配水管の分布	2-130
図 2.5.8-16	建設後経過年数別の AC 管の分布	2-131
図 2.5.8-17	建設後経過年数別の PVC 管の分布	2-132
図 2.5.8-18	AC 管の経年に伴う事故発生率の増加と強度の低下	2-133
図 2.5.8-19	既にセクター化されている地域の無収水率	2-134
図 2.5.8-20	実施済みもしくは実施中の調査・計画	2-141
図 2.5.8-21	水道メーター設置状況	2-144
図 2.5.8-22	SCADA による遠方監視制御の対象施設	2-150
図 2.5.9-1	既存の排水区	2-152
図 2.5.9-2	将来の排水区	2-154
図 2.5.9-3	現存する排水分区と各排水分区の流出先幹線	2-157
図 2.5.9-4	調査対象地域内の排水管の管材別の分布	2-164
図 2.5.9-5	調査対象地域内の工事と調査の進捗	2-165

図 2.5.9-6	事業対象地域の管種別枝線管路延長	2-168
図 2.5.9-7	調査対象地域内の無筋コンクリート管の経過年数別の延長	2-170
図 2.5.9-8	排水分区の位置	2-172
図 2.5.9-9	調査対象地域内のマンホールの腐食レベル別分布	2-175
図 2.5.9-10	調査対象地域内の高硫化水素濃度が確認されたマンホールの分布	2-177
図 2.5.9-11	硫化水素濃度の評価	2-178
図 2.5.9-12	調査対象地域内の分類毎の発生事故の分布	2-183
図 2.5.9-13	下水管の事故と処理のフロー図	2-185
図 2.5.9-14	調査対象地域内の陥没事故の発生分布	2-186
図 2.5.9-15	事業対象地域の試掘調査の位置	2-191
図 2.5.9-16	サブセクター85B-3の枝線管路の更新	2-195
図 2.5.10-1	配水量の分類と無収水の定義	2-197
図 2.5.10-2	流量監視が行われている現行セクターの時間消費量	2-200
図 2.5.10-3	無収水率と技術的損失水率の関係	2-202
図 2.5.10-4	無収水の現状分析結果および本事業の目標値	2-203
図 2.5.10-5	技術的損失水率が20%となった場合の時間消費水量の推定	2-205
図 2.5.10-6	技術的損失水率が20%となった場合の時間最大係数と世帯数の関係	2-205
図 2.5.12-1	リマ上下水道公社の組織図概要（2010年7月）	2-226
図 3.1.2-1	ワチパ浄水場の計画配水地域	3-2
図 3.1.2-2	調査対象地域内のワチパ浄水場の計画配水地域	3-3
図 3.1.2-3	リマ首都圏における人口増加率の推移	3-11
図 3.1.2-4	無収水率が50%のサブ・セクターの現状および将来の配水量の内訳	3-16
図 3.1.2-5	調査対象地域全体の水需要分析結果	3-19
図 3.1.2-6	調査対象地域内ワチパ浄水場計画配水地域の水需要分析結果	3-20
図 3.2.1-1	ラ・アタルヘア浄水場およびチジョン浄水場の配水地域	3-33
図 3.2.2-1	下水管の更新を行う地域	3-42
図 3.3.1-1	必要水量に係る供給—需要分析結果	3-45
図 3.3.1-2	ワチパ浄水場配水地域の将来の見直し案	3-47
図 3.3.1-3	配水地域見直し後の供給—需要分析結果	3-49
図 3.4.1-1	既存上水道に生じている不具合とその原因および本事業で実施する 技術的対応策	3-58
図 3.4.1-2	配水管網（または各戸接続）の更新による配水管網（または各戸接続）からの 技術的損失量の削減効果	3-61
図 3.4.1-3	各ケースにおける無収水率の削減効果内訳	3-62
図 3.4.1-4	事業実施による無収水率改善効果の推定	3-64
図 3.4.2-1	Perfilで提案された配水システムと日本の典型的な セクター化システムの構造	3-69

図 3.4.2-2	本調査で提案する配水システムの構造	3-71
図 3.4.2-3	本調査で行った配水システム計画の見直し	3-72
図 3.4.3-1	セクターの細分化とサブ・セクターの導入	3-74
図 3.4.3-2	セクター境界の見直し	3-75
図 3.4.3-3	ロス・オリーボス地域における セクターおよびサブ・セクター境界の見直し	3-76
図 3.4.3-4	コマスおよびコイーケ地区における セクターおよびサブ・セクター境界の見直し	3-77
図 3.4.4-1	送水系統の計画	3-82
図 3.4.5-1	配水池の動的水量解析結果	3-92
図 3.4.5-2	配水池の一般施設構成	3-95
図 3.4.5-3	配水池の運転計画	3-96
図 3.4.5-4	配水池・ポンプ場・井戸の位置図	3-100
図 3.4.6-1	配水本管と配水枝管	3-101
図 3.4.6-2	配水管網改善計画の立案手順	3-102
図 3.4.6-3	更新対象とする管路条件の決定	3-107
図 3.4.6-4	送配水管の更新箇所	3-109
図 3.4.6-5	漏水探査システム用マンホール設置概念	3-113
図 3.4.7-1	一般的な各戸接続	3-115
図 3.4.8-1	井戸の取水・送水システム	3-120
図 3.4.8-2	工事対象井戸および送水先の配水池の位置	3-122
図 3.4.10-1	下水道更新工事の対象地域	3-128
図 3.6.4-1	環境影響評価の手順	3-164
図 3.7.1-1	リマ周辺部衛生改善事業プログラムチーム組織図	3-179
図 3.7.1-2	事業実施関係者の役割(実施段階)	3-180
図 3.7.1-3	事業実施関係者の役割(運営段階)	3-180

略語集

AC 管	石綿セメント管
CEI	費用効果指標
CSN 管	無筋コンクリート管
DGPI	多年度投資計画局
DI 管	ダクタイル鋳鉄管
DIGESA	環境保健総局
DNS	国家衛生局
EIA	環境影響評価
EIRR	経済的内部収益率
FIRR	財務的内部収益率
FOFO 管	亜鉛めっき鉄管
FONAFE	公共経済活動支援国家基金
F/S	フィージビリティ調査
GSN	北部サービス局
HDPE 管	高密度ポリエチレン管
IADB	全米開発銀行
IBRD	国際復興開発銀行
INEI	国家統計情報協会
IRR	内部収益率
JFC	日本政策金融公庫
JICA	国際協力機構
KfW	ドイツ復興開発公庫
m.a.s.l.	海拔
MEF	経済財政省
MINAM	環境省
MINSA	保健省
MPO	最適化マスタープラン
MVCS	住宅建設衛生省
MWV	水の限界価値
NDPD	公共負債国家理事会
NPV	純現在価値
NRW	無収水
O&M	運用維持管理
ODA	政府開発援助
OMA	環境問題事務局
OPI	投資計画局
PAHO	全米保健機構
PAPT	「万人に水を」
PIP	公共投資事業
PROMESAL	リマ首都圏地域衛生改善事業
PVC 管	塩化ビニル管
QMD	日最大水量
QMH	時間最大水量
PVC	現在価値費用
RNE	国家衛生基準

SCADA	遠方監視・制御システム
SEDAPAL	リマ上下水道公社
SIAC	統合業務管理システム
SNIP	公共投資国家システム
SUNASS	衛生事業国家監督署
VAT	付加価値税
VMCS	建設衛生省
WPI	卸売物価指数
WTP	支払意思額
WTP	浄水場
WWTP	下水処理場

第一章 概論

1.1 調査名

リマ首都圏北部上下水道最適化事業（Ⅱ）準備調査

注）ペルー国での本事業の（ペルー国で登録されている）正式名称は次のとおりである。

“Optimization of the Infrastructure of the Water Supply and Sewerage Systems: Sectorization, Rehabilitation of Networks and Updating of the Cadastre of the North Service Management Office – Area of Influence of the Huachipa Plant – Areas of Drainage of the Sewers: Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra and Sectors 84, 83, 85 and 212”

1.2 事業概要

1.2.1 事業の目的

(1) 事業対象地域の全域での 24 時間給水の実現

- 送水管を新規に布設することで、対象地域が現在建設中のワチパ浄水場より受水できる送水網を整備する。
- 既存の井戸を改修することで、渇水など緊急時の水源を確保する。

(2) 送配水システムの運転制御の方法および精度の改善

- 既存の送配水網をセクター化し流量計および減圧弁を設置することで、送配水システムの監視制御を高度化する。
- 対象地域に遠方監視制御システム（SCADA）を導入し送配水システム中の主要施設・設備をその制御下に置くことで、作業の効率化と精度向上を図る。
- 多くの現在使用されていない既存配水池を適切な運転と維持管理が可能ないように補修することで、配水池を活用した適切な配水圧力制御を可能にする。
- 将来の水需要に対して能力が不足する配水管を増径することで、送配水システムと給水サービスの将来にわたる安定を確保する。

(3) 無収水率の削減（目標：25%）

- 漏水の原因となっている不適切な配水管を布設替えることで、漏水量を削減する。
- 最大の漏水要因となっている各戸接続（給水管および分水栓）を更新することで、漏水量を削減するとともに違法接続を摘発・排除し、無収水率を削減する。
- 水道メータを設置することで、正確で公平な料金徴収と無収水率の監視を可能にする。

(4) 下水道のサービスレベルの向上

- 管渠に詰まりが頻繁に生じたり崩壊が生じたりしている（または今後生じる可能

性の高い) 管渠を特定し更新することで、悪臭や道路陥没などにより悪化した住民の生活環境を回復する。

- 将来の汚水量に対して能力が不足する管渠を増径または勾配を変更することで、汚水収集システムの将来にわたる生活環境維持への貢献を確保するとともに、タボアダ下水処理場建設事業の効果が十分に発揮される条件を整える。

(5) 公社の事業運営および維持管理の改善

- 施設の維持管理に必要な資機材を調達することで、公社の施設維持管理能力を向上させる。
- 施設台帳を改善することで、効率的で予防保全の考え方を取り入れた施設維持管理の実現の基礎とする。
- 予防保全を中心とする公社の施設維持管理計画を策定・実行する新組織を立ち上げ、施設の機能を効率的に維持する体制を整える。

1.2.2 事業の資金源

本事業では資金源として、国際協力機構（JICA）、国際復興開発銀行（IBRD）、ドイツ復興金融公庫（KfW）からの融資を受けることを検討している。

1.3 需要 – 供給分析

1.3.1 需要分析

将来の水需要は、サブ・セクターごとに分析される。分析は2つの方法で集計され i) 調査対象地域全体の水需要、ii) 調査対象地域内ワチパ浄水場計画配水区域（以降「影響地域」と記載する）の水需要。

表 1.3.1-1: 需要分析の対象セクター

区	ワチパ浄水場計画配水地域内のセクター*1	ワチパ浄水場計画配水地域外のセクター*1
カヤオ	259	256, (258)*2
ベンタニーヤ	-	(260, 261, 262, 263, 264, 265, 266)*2
カルバイヨ	350, 351	-
コマス	345, 346, 347, 348A, 348B, 349A, 349B	-
ロス・オリーボス	83A, 83B, 84A, 84B, 85A, 85B, 85C	-
プエンテ・ピエドラ	368A, 368B, 369A, 369B, 370	361, 368B, 369B, 370
サン・マルティン・デ・ポレス	212A, 212B, 213	(251, 252)*2, 253, (254, 257)*2, (255)*2
計	22	19

*1: 本調査において、既設のセクターの一部をさらに分割することを提案している

*2: 配水網が未整備なセクター

出典: JICA 調査団

プロジェクトの影響地域内の全水需要は表 1.3.1-2 のとおりである。

表 1.3.1-2: プロジェクトの影響地域内の水需要

年	人口	給水率	給水人口	接続数	給水量					貯水量 (m ³)	
					m ³ /day	l/sec	m ³ /year	QMD (m ³ /sec)	QMH (m ³ /sec)		
Base	2009	614,830	64.83%	398,570	77,523	86,739	1,003.92	31,659,723	1.31	1.81	24,386
-5	2010	628,300	68.33%	429,322	83,345	90,192	1,043.89	32,920,135	1.36	1.88	25,250
-4	2011	641,033	71.84%	460,527	89,241	93,124	1,077.83	33,990,353	1.40	1.94	25,981
-3	2012	653,072	75.36%	492,129	95,220	95,799	1,108.79	34,966,726	1.44	2.00	26,647
-2	2013	664,471	78.87%	524,092	101,272	98,194	1,136.50	35,840,728	1.48	2.05	27,249
-1	2014	675,263	82.39%	556,368	107,391	103,473	1,197.60	37,767,555	1.56	2.16	28,568
0	2015	685,495	85.91%	588,932	113,570	94,831	1,097.58	34,613,244	1.43	1.98	26,408
1	2016	695,200	89.43%	621,749	119,805	92,313	1,068.44	33,694,284	1.39	1.92	25,780
2	2017	704,420	92.96%	654,802	126,089	90,659	1,049.29	33,090,379	1.36	1.89	25,361
3	2018	713,186	96.48%	688,068	132,419	94,908	1,098.48	34,641,518	1.43	1.98	26,426
4	2019	721,527	100.00%	721,527	138,790	99,125	1,147.28	36,180,698	1.49	2.07	27,480
5	2020	729,472	100.00%	729,472	140,434	100,384	1,161.85	36,640,219	1.51	2.09	27,795
6	2021	737,074	100.00%	737,074	142,010	101,668	1,176.72	37,108,926	1.53	2.12	28,117
7	2022	744,680	100.00%	744,680	143,587	102,821	1,190.06	37,529,807	1.55	2.14	28,404
8	2023	752,284	100.00%	752,284	145,164	104,095	1,204.81	37,994,800	1.57	2.17	28,723
9	2024	759,883	100.00%	759,883	146,742	105,337	1,219.18	38,447,972	1.58	2.19	29,033
10	2025	767,476	100.00%	767,476	148,318	106,609	1,233.89	38,912,111	1.60	2.22	29,355
11	2026	775,063	100.00%	775,063	149,893	107,907	1,248.92	39,386,043	1.62	2.25	29,675
12	2027	782,399	100.00%	782,399	151,412	109,104	1,262.78	39,823,091	1.64	2.27	29,976
13	2028	789,492	100.00%	789,492	152,878	110,238	1,275.90	40,236,751	1.66	2.30	30,263
14	2029	796,351	100.00%	796,351	154,291	111,428	1,289.68	40,671,257	1.68	2.32	30,558
15	2030	802,983	100.00%	802,983	155,654	112,634	1,303.63	41,111,232	1.69	2.35	30,857
16	2031	809,395	100.00%	809,395	156,969	113,793	1,317.04	41,534,271	1.71	2.37	31,151
17	2032	815,597	100.00%	815,597	158,238	114,919	1,330.08	41,945,456	1.73	2.39	31,428
18	2033	821,597	100.00%	821,597	159,462	115,992	1,342.50	42,337,127	1.75	2.42	31,694
19	2034	827,403	100.00%	827,403	160,645	117,076	1,355.04	42,732,565	1.76	2.44	31,970
20	2035	833,032	100.00%	833,032	161,788	118,107	1,366.98	43,109,044	1.78	2.46	32,225

出典: JICA 調査団

図 1.3.1-1 は、無収水率 50% の調査対象地域における典型的なセクターの配水管での損失水量を示す。図に示すとおり、無収水率の目標が 25% を達成するためには、事業実施前には 40% であった損失水量は事業実施後 20% に改善される必要がある。

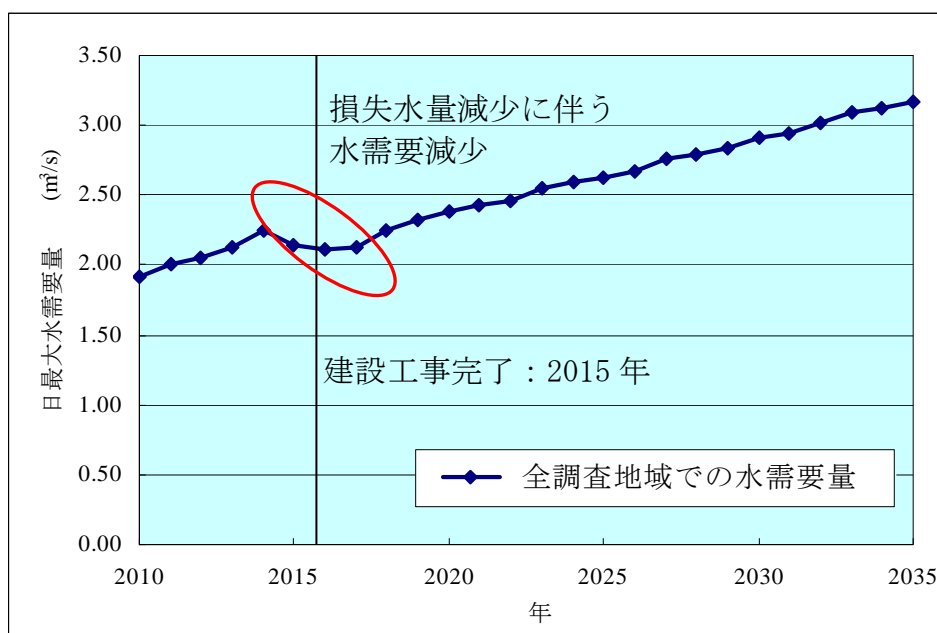
それゆえ、図 1.3.1-2 に示すとおり、建設事業の完了後（2016 年）には、損失水量の削減に伴い水需要が減少することが予想される。

			プロジェクト 実施前	プロジェクト 実施後			
配水量	合法的消費水量	合法的有収水	メータ感知有収水	35%	75%	有収水量	有収水量
			メータ不感知有収水	15%	0%		
		合法的無収水	メータ感知・メータ不感知合法的無収水	0-3%	0-3%		
			非技術的損失	違法消費水	10-15% 無収水 率:50%	5% 無収水 率:25%	
	メータの故障						
	損失水量	技術的損失	配水管からの漏水	[技術的損失水率 (漏水率)] プロジェクト実施前 : 40% プロジェクト実施後 : 20% 50%→40%		技術的損失	
給水管からの漏水							
配水池、その他からの漏水			20%				

*: 調査対象地域における、事業実施前と実施後の配水量内訳である。

出典: JICA 調査団

図 1.3.1-1: 無収水率が 50% のサブ・セクターの現状および将来の配水量の内訳



出典: JICA 調査団

図 1.3.1-2: 影響地域内の水需要分析結果

下水道ネットワークに排出される下水水量については、国家衛生基準(Reglamento Nacional de Estructuras, or RNE)に準拠し給水量の 80%と推定した。国家衛生基準は、全てのプロジェクトに対して用いられる、技術標準指標である。

1.3.2 供給分析

表 1.3.2-1 に示すように、ワチパ浄水場から、リマ北部 I 地域・リマ北部 II 地域に対する全給水量は 2.9m³/s である。

表 1.3.2-1: 供給分析の実施条件

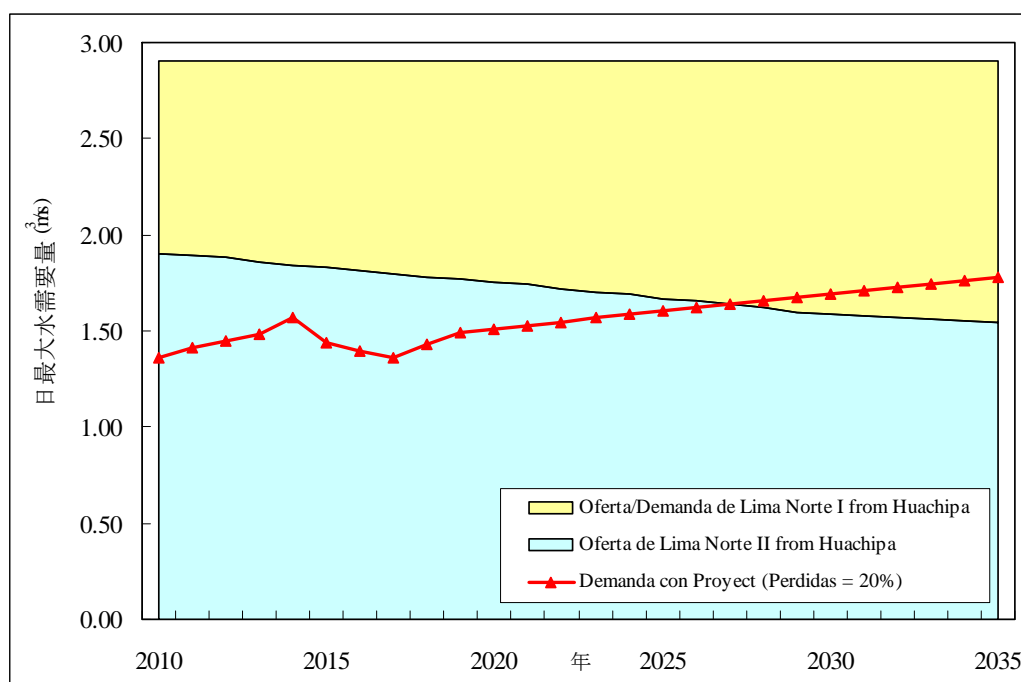
条件		供給	備考
リマ北部地域 (I および II) への供給	ワチパ ^o 浄水場	2.9 m ³ /秒	
	ラ・アタルヘア 浄水場	-	「供給-需要分析」を実施した後に調査対象地域へ送水計画について検討するものとする。
	チジョン 浄水場	-	
	井戸	0 m ³ /秒	非常時用水としてのみ利用するため供給量に含まない。
ワチパ 浄水場からリマ北部 I 地域への供給		1.31 m ³ /秒 in 2030	表 3.2.1-2 参照

出典: JICA 調査団

1.3.3 需要と供給のバランス

水供給

必要な水量に関する需要-供給分析は、ワチパ浄水場から調査対象地域に送水できる供給水量と水需要を比較することで行う。この比較を行った後、供給が不足するため、その不足分を補うための送配水計画を提案する。図 1.3.3-1 に、水供給量の需要-供給分析を示す。



出典: JICA 調査団

図 1.3.3-1: 需要-供給分析の結果

ワチパ浄水場から影響地域への給水量は2035年には0.24m³/sとなる。これに対し3つの対応案が提案されており、83A, 83B, 84B, 212A, 212B, 213（2035年の水需要合計は0.4m³/s）のセクターを対象外としてラ・アタルヘア浄水場より給水する案（対応案1）が表1.3.3-1のとおりである。

表 1.3.3-1: 影響地域における配水区域見直し後の水供給

年		水需要量 (m ³ /s)	供給量 (m ³ /s)				損失水量 (m ³ /s)	
			ワチパ浄水場			ラ・アタルヘア 浄水場		合計 (リマ北部 II)
			リマ北部 II	リマ北部 I	リマ北部 II	リマ北部 II		
Base	2009	1.31	2.90	1.00	1.90	0.00	1.90	-
0	2015	1.43	2.90	1.07	1.83	0.40	2.23	0.80
1	2016	1.39	2.90	1.09	1.81	0.40	2.21	0.82
5	2020	1.51	2.90	1.15	1.75	0.40	2.15	0.64
10	2025	1.60	2.90	1.23	1.67	0.40	2.07	0.47
15	2030	1.69	2.90	1.31	1.59	0.40	1.99	0.30
20	2035	1.78	2.90	1.36	1.54	0.40	1.94	0.16

出典：JICA 調査団

給水停止リスクの軽減策

リマ北部（リマ北部 I、リマ北部 II プロジェクト）地域への水供給は、無収水の削減、漏水量検知等によるサービスの最適化によって確実なものとなる。この対策により削減された漏水量は、将来あるいは他の地域の水需要を賄うことに用いられる。

また、SEDAPAL のマスタープランによると、Marca I・III プロジェクトに加えて、さらに、次の2つの水源開発プロジェクトが、計画されている。(1)チジョン川にダムを築造することで、雨季の水を貯留し乾季に使い水源が増強する、(2)リマック川水源を、マンタロ川水源からの導水によって増強する。

脆弱性分析によれば、1つの浄水場や関連施設の緊急事態による機能停止が北部地域（リマ北部 I・II 地域を含む）への水供給を危険にさらすことになるので、安全な給水マネジメントのために、SEDAPAL は代替の水配分方法を用意する必要がある。

そのため、北部地域の送水管は、ラ・アタルヘア、ロス・オリーボス、チジョン、コマスの主要送水管と相互連結させる必要がある。つまり、相互連結させるための送水管を建設しなくてはならない。

配水池容量

配水池容量に係る需要-供給分析は、ワチパ給水の影響地域内を対象に、各サブ・セクターが有する配水池の貯留容量と、計画最終年次（2035年）時点で求められる貯留容量を比較することで行う。表1.3.3-2に示す分析結果より、7サブ・セクターにおいて、配水池容量が不足することがわかる。

表 1.3.3-2: 配水池容量に係る需要-供給分析結果

セクター	配水池	需要-供給 2035			評価
		需要量 (m ³)	供給量 (m ³)	過不足 (m ³)	
83A-1	Villa Sol R-1	516	1,300	784	OK
83A-2	Villa del Norte R-1	910	1,800	890	OK
83B-1	Parque del Naranja R-1	465	1,400	935	OK
83B-2	Cueto Fernandini R-1	1,370	1,500	130	OK
84A-1	Olivos de Pro R-1	962	1,500	538	OK
84A-2	Programa Confraternidad R-2	664	1,600	936	OK
84B-1	Programa Confraternidad R-1	863	1,600	737	OK
84B-2	Comite Aposte	413	500	87	OK
85A	Puerta de Pro R-1	728	1,100	372	OK
85B-1	Rio Santa R-1	536	570	34	OK
85B-2	Pro	2,055	1,400	-655	NG
85B-3	Santa Luisa R-1	301	500	199	OK
85C	Pro	638	500	-138	NG
212A-1	Virgin de las Nieves R-4	839	1,500	661	OK
212A-2	Virgin del Rosario R-1	534	1,200	666	OK
212B-1	Rosario del Norte R-3	427	1,200	773	OK
212B-2	Jazmines de Naranja R-2	383	1,200	817	OK
213-1	Vipol Naranjal R-1	783	1,900	1,117	OK
213-2	Cerro eo Choclo R-2	62	100	38	OK
213-3	Cerro eo Choclo R-1	75	100	25	OK
259	Márquez R-522	744	1,200	456	OK
345	Almeda del Pinar R-1	437	1,300	863	OK
346-1	El Manantial R-1, R-2	234	2,200	1,966	OK
346-2	El Pinar R-1	407	1,200	793	OK
347-1	San Felipe R-1	550	670	120	OK
347-2	LA Alborada R-2, R-1	540	2,400	1,860	OK
348A	Collique R-1	352	1,100	748	OK
348B-1	Collique R-2	624	1,500	876	OK
348B-2	RE-01	103	100	-3	NG
349A-1	Collique R-3	608	1,100	492	OK
349A-2	Nueva Esperanza R-1	205	400	195	OK
349A-3	Collique R-4	354	1,000	646	OK
349B-1	Collique R-5	309	800	491	OK
349B-2	Collique R-6	375	800	425	OK
349B-3	Collique R-7, R-8	283	650	367	OK
350-1	Santa Isabel R-1	1,411	1,400	-11	NG
350-2	Santa Isabel R-2	1,408	1,500	92	OK
351-1	Los Angeles R-1	355	400	45	OK
351-2	Los Angeles R-2, R-3	255	250	-5	NG
351-3	Los Angeles R-4	83	100	17	OK
361	La Capitanía Parma Gallinazo PR-1	1,085	1,000	-85	OK
368A-1	RPA-6	920	2,000	1,080	OK
368A-2	RPA-1	199	500	301	OK
368B	RPA	1,300	2,650	1,350	OK
369A	RPA-7 La Ensenada	989	3,000	2,011	OK
369B	Laderas del Chillón	1,256	1,050	-206	NG
370	Shangrila R-1 CR-128	725	1,000	275	OK

出典：JICA 調査団

配水管

表 1.3-3-3 に、対象地域に必要な配水管の総延長から、状態の良い既存の配水管の延長を差し引いた結果を示す。この差し引いた不足分が、本事業において、新設あるいは付け替えを行う配水管の延長である。

表 1.3.3-3: 配水管の需要-供給分析結果

セクター	必要な管の 総延長(需要) (km)	状態の良い既存の 管の延長(供給) (km)	不足分 (km)
83 A	34.12	15.41	18.71
83 B	49.28	19.07	30.21
84 A	60.9	49.27	11.63
84 B	45.78	33.02	12.76
85 A	18.89	13.59	5.3
85 B	26.81	15.21	11.6
85 C	18.64	6.48	12.16
212 A	53.39	47.06	6.33
212 B	29.11	26.55	2.56
213	41.09	32.77	8.32
259	16.06	12.19	3.87
345	13.58	13.37	0.21
346	17.49	14.72	2.77
347	53.09	47.89	5.2
348 A	8.1	5.85	2.25
348 B	22.04	16.62	5.42
349 A	31.47	17.46	14.01
349 B	28.33	14.84	13.49
350	78.17	21.32	56.85
351	7.07	6.08	0.99
368 A	29.13	26.81	2.32
369 A	26.77	25.21	1.56
合計	709.31	480.79	228.52

出典：JICA 調査団

下水道

表 1.3-3-4 に、対象地域に必要な下水管の総延長から、状態の良い既存の下水管の延長を差し引いた結果を示す。この差し引いた不足分が、本事業において、新設あるいは付け替えを行う下水管の延長である。

表 1.3.3-4: 業務対象地域の下水管の需要-供給分析

排水区	必要な管の 総延長(需要) (km)	状態の良い既存の 管の延長(供給) (km)	不足分 (km)
A16	7.52	7.52	
A18	11.53	11.53	
A19	5.73	5.73	
AD-0	1.70	1.70	
AD-01B	0.95	0.95	
AD-A1	30.31	20.84	9.47
AD-A2	24.16	21.22	2.94
AD-AG1	4.68	3.72	0.96
AD-AG2	29.91	6.04	23.87
AD-AG3	12.13	1.33	10.80
AD-AG4	26.44	14.39	12.05
ADC-1	10.08	8.57	1.51
ADC-2	13.52	11.50	2.02
ADC-3	4.97	4.22	0.75
ADC-4	6.91	5.87	1.04
ADC-5	13.70	11.65	2.05
ADC-6	11.38	9.67	1.71
AD-CA1	8.80	8.80	
AD-CA3	0.82	0.82	
AD-CH1	32.03	10.28	21.75
AD-CH2	12.58	6.57	6.01
AD-CH3	21.88	2.30	19.58
AD-CH4	30.87	30.87	
AD-CO1	20.84	2.85	17.99
AD-CO2	26.83	23.58	3.25
AD-M1	13.32	7.45	5.87
AD-N1	24.57	7.43	17.14
AD-N2	23.53	3.28	20.25
AD-P2	0.46	0.46	
AD-PL1	22.18	18.85	3.33
AD-PL2	22.59	19.57	3.02
AD-R1	14.81	2.32	12.49
AD-R2	17.36	2.57	14.79
AD-T1	14.54	4.57	9.97
AD-T2	6.61	6.26	0.35
AD-T3	0.04	0.03	0.01
AD-T4	12.54	6.35	6.19
AD-T5	10.06	5.03	5.03
AD-T6	2.61	1.31	1.30
PT1	22.99	22.99	
PT2	6.59	6.59	
PT3	13.00	13.00	
PT4	11.70	11.70	
PT5	8.78	8.78	
PT6	25.44	25.44	
PT7	7.54	7.54	
SA-57	0.03	0.03	
合計	651.56	414.07	237.49

出典：JICA 調査団

1.4 事業の技術面の説明

1.4.1 受益者

プロジェクト対象地域は、コマス、カルバイヨ、ロス・オリーボス、プエンテ・ピエドラ、サン・マルティン・デ・ポレス、カヤオ、ベンタニーア区からなる。影響地域（調査対象地域中のラ・アタルヘヤ浄水場計画配水区域）の人口は 696,349 人（2009 年時点）、調査対象地域の総人口は 622,650 人、計画 1 年目（2016 年時点）での給水人口（89.4%）は、621,749 人（119,805 接続）と予測される。

上下水道システムの診断によると、調査対象地域の全人口の 64%と、影響地域の人口の 64.8%にしか、水道サービスが提供されない。

1.4.2 上下水道施設の現状診断

SEDAPAL は、ラ・アタルヘヤ浄水場(La Atarjea WTP)とチジョン浄水場(Chillón WTP)の 2 つの浄水場を保有している。

現時点では、調査地域の既存ネットワークは、これら 2 浄水場および井戸からの水を顧客に提供している。これらのうち、ラ・アタルヘヤ浄水場を起点とする送配水施設は調査対象地域の主に中部と南部、すなわちカヤオ区、ロス・オリーボス区およびサン・マルティン・デ・ポレス区へ浄水を供給しており、一方のチジョン浄水場を起点とする送配水施設は主に北部、すなわちコマス区、カラバイヨ地区およびプエンテ・ピエドラ区に浄水を供給している。また、これらの送配水施設は互いに接続されており、片方の浄水場の処理水量が不足する場合に融通できるようになっている。

23 箇所の井戸が改修の後に利用できることが確認されており、水不足時に緊急的に利用する。この選択は補修される配水池からの距離に基づいている。これらの 23 箇所の井戸のうち、12 箇所はポンプ設備が完備されており、5 箇所は一部のポンプ設備が備わっていない。また、6 箇所は全く設備が無い。さらに、3 箇所は運用中であり、10 箇所は予備もしくは緊急時のバックアップ用として位置付けられている。また、10 箇所は井戸の水質悪化により運用されていない。

調査対象地域の中で、全 41 セクターのうち 26 セクターは、既存の配水管ネットワークを有しており、コマス、カラバイヨ、サンマルティン・デ・ポレス、ロス・オリーボス、カヤオの各区に位置する。

各区の標高は、海拔 5.0m から 565m に渡り、調査対象地域の配水管ネットワークの延長は、773.45km である（口径 50mm～315mm）。また、4 種類の材質の管を用いており、AC 管（石綿セメント管）、鉄管、FoFo 管（亜鉛めっき鉄管）、PVC 管（塩化ビニル管）である。主要な材質は、AC 管（46.73%）、PVC 管（53.10%）であり、12.9%の管が供用後 25 年を経過し、34.6%が 10 年未満である。

調査対象地域の下水道管（二次管：日本では「枝線」に相当）の総延長は約 652km に達し、口径は 110mm から 315mm に渡る。管の材質は基本的には CSN 管（無筋コンクリート管：67.7%）と PVC 管（32.2%）である。注意すべきは、PVC 管は 2000 年（供用年数

10年)以降に整備されたものであり、一方、CSN管の方が古く、材齢は10年から50年に渡る。

上水道システムの問題点

上下水道システムの診断の結果、本事業対象における現状のサービス状況は、次に示すいくつかの問題点を有している。

(1) 高い無収水率

- リマ北部地域全体の無収水率は49.6%である。これはリマの他地域の無収水率(リマ中心部:35.1%、リマ南部地域27.5%)と比べて高い。
- 49.6%の無収水率のうち、技術的損失(漏水)が40%、商業的損失(漏水以外の無収水)が10%と考えられる。
- 無収水率を25%に削減するためには、技術的損失を20%に削減することが必要であり、商業的損失を5%に削減することが必要である。

注)「技術的損失」、「商業的損失」は、ペルー国で用いられている用語であり、「技術的損失水量」は漏水量を、「商業的損失水量」は、見かけ損失(メータ不感水量、違法接続水量(盗水量))と合法的無収水量を示す。本報告ではペルー国の表現に準拠して、「技術的損失」「商業的損失」の用語を用いる。

(2) 事故の多発

- 漏水やそれに伴う路面の不陸などの配水管の事故。

(3) 水道の時間給水

- 24時間給水が達成できていない地域がある。コマス区の348,349セクターは3~7時間給水であり、マルケス区の259セクターは12時間給水である。

上記水道サービスの問題の原因は次のとおりである。

- ロス・オリーボス区の送水管の水圧が常時非常に高く、管に被害を与えるとともに、漏水の原因となっている。
- 圧力調整弁が設置されいながら、配水管の水圧も高い地区がある。これは送水管の水圧が高いことに起因する。
- 既存の浄水場において、乾期に造水量が著しく減少する。
- 配水池、ポンプ場の機電設備が、適正に運転されていないうえに、故障しているところもある。
- 23箇所の井戸のうち多くは非常用に位置付けられており、ポンプ設備を有していない、または適正運用に必要な設備が設置されていない。
- 流入箇所にコントロールバルブが設置されているのは11カ所のセクターだけである。また、遠方監視・制御システムは5カ所のセクターでしか行われておらず、水道システムの運用には不十分である。

- 問題のある配管が多く残っている。鉄管、亜鉛めっき鉄管、AC 管、PVC 管の一部（“ITINTEC”と定義されるもの）が使用されている。
- 送配水管の中には技術基準（最小土被り、基礎、埋戻しなど）を満たさないものがある。
- コイーケ区の配水管には、地下水由来の堆積により深刻なつまりが生じている箇所がある。
- 全体の 47%を占める AC 管は、その 50%が設置後 20 年を経過しており、将来的に多くの事故を起こす可能性がある。
- 漏水事故の多くは、給水管で生じており、特に給水管と配水管の接続部で生じている。
- SCADA の運用に必要な設備を備えた配水池がない。配電盤が非常に劣悪な環境に置かれているとともに、回転数制御ができる電子スターターがない。さらに、イーサネット接続ができない不十分な制御盤を使用しているものもあり、全てのバルブは手動で操作されている。
- 11 箇所のバルブピットの内、5 箇所のバルブピットのみ機器が設置され、SCADA が導入されている。

下水道システムの問題点

下水枝線管路における主な問題は次のとおりである。

- 近年多くの管路のつまりや道路の陥没などの事故が発生している
- 劣化した管が破損するおそれがあるため、管の維持管理に高圧洗浄車が使用できない地区がある。

これらの問題の原因は次のとおりである。

- 一部のシンプルコンクリートパイプは古く、明らかに耐用年数を過ぎていると考えられるものもある。
- 主に低地で、深刻な腐食が確認されている。
- 多くの場所で、深刻な管の損傷が目視で確認されている。
- 調査を行ったほとんどのマンホールで、硫化水素（ H_2S ）ガスが検出された。ガスの存在は、パイプの劣化と直接の関係がある。
- マンホールの蓋がなくなっている場合が少なくない。
- 傾斜が緩いと、管内の流速が落ちることになる。その結果、管内の下水量は増え、腐食の原因となるガスの発生量も増加する。
- 下水管の老朽化が進む一方で、予防的な維持管理の欠如が、予想を上回るパイプの劣化を招いている。（現在は、改修のような維持管理しかしていない）

1.4.3 解決策

(1) 送配水システム（送配水施設）

送水管

送水管は、ワチパ浄水場からの浄水を調査対象区域の配水池に供給し、セクター、サブ・セクターが提案どおり構築できるよう、建設される必要がある。

表 1.4.3-1 は、現在建設中のワチパ浄水場の水を適切に事業対象地域に送るために必要な、送水管網の工事項目を示したものである。

表 1.4.3-1: 送水管網に係る工事内容および数量

項目		単位	数量	備考
送水管 (自然流下)	DN 700 mm	m	1,538	ダクタイル鋳鉄管 (PVC 管より強度が高いため)
	DN 450 mm	m	745	
	DN 400 mm	m	3,149	
	DN 350 mm	m	1,595	
	DN 300 mm	m	963	
	DN 250 mm	m	6,358	
	DN 200 mm	m	6,861	
	DN 150 mm	m	2,196	
	SUB TOTAL	m	23,405	
ポンプ圧送管 (井戸～配水池)	DN 150 mm.	m	5,338	
	DN 200 mm	m	8,042	
	DN 250 mm	m	2,824	
	DN 300 mm	m	937	
	SUB TOTAL	m	17,141	
合計			40,546	
バルブピット (セクター入口)	DN 200-700 mm	Units	0	配水池に設置
バルブピット (減圧用)	DN 300 mm	Units	14	減圧弁に加え、3つの仕切弁が各ピットに設置
空気弁	DN 50-150 mm	Units	40	
排水弁	DN 100-150 mm	Units	25	

出典：JICA 調査団

配水池とポンプ場

改修や機能向上工事の対象は 27 箇所の配水池、3 箇所の配水池に布設したポンプ場と、1 箇所の独立したポンプ場である。ポンプ場を布設する 3 箇所の配水池のうち、2 箇所の配水池は、既に SEDAPAL によって設備更新が行われた。

表 1.4.3-2 は、配水池とポンプ場の良好な稼動と、よりよい水圧管理を行うために必要な工事項目を示している。また、表 1.4.3-3 に、配水池とポンプ場のリストを示す。

表 1.4.3-2: 配水池とポンプ場の工事

種別	項目						単位	数量
	工事項目*1							
	土木	電機設備						
A	B-1	B-2	B-3	B-4	C			
I	√	√	√				箇所	11
II	√	√					箇所	5
III	√			√	√		箇所	9
IV	√			√	√	√	箇所	1
V			√				箇所	1
VI						√	箇所	4*2
計	配水池						箇所	27
	配水池に併設されているポンプ場						箇所	3
	独立したポンプ場						箇所	1

A : 土木工事

B-1: 電機設備工事（更新）

B-2: 電機設備工事（機能拡充：井戸との接続）

B-3: 電機設備工事（既存設備の補修）

B-4: 電機設備工事（機能拡充：流量計、水位計など新規設備の設置）

C: ポンプ場の土木工事および電機設備工事（補修および機能拡充）

*1: 1 箇所の再建設を含む

*2: 3 箇所は配水池に併設、1 箇所は独立

出典: JICA 調査団

表 1.4.3-3: 本事業で工事を行う配水池およびポンプ場一覧

サブ・セクター	コード/名称		流量 (m ³)	現状	プロジェクト	
					工期	工事内容*
83A-1	R-800	VILLA SOL R-1	1300	Non-operating	I	A, B-1, B-2
83A-2	R-801	VILLA DEL NORTE R-1	1800	Non-operating	II	A, B-1
83B-1	R-996	PARQUE DEL NARANJAL R-1	1400	Non-operating	II	A, B-1
83B-2	-	CUETO FERNANDINI R-1	1500	Non-operating	II	A, B-1
84A-1	-	OLIVOS DE PRO R-1	1500	Non-operating	I	A, B-1, B-2
84A-2	-	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-2	1600	Non-operating	I	A, B-1, B-2
84B-1	-	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-1	1600	Non-operating	I	A, B-1, B-2
84B-2	-	COMITÉ APOSTE	500	Non-operating	I	A, B-1, B-2
	-	PATRIA NUEVA R-1	70	Operating	III	A, B-3, B-4
85A	R-805	PUERTA DE PRO R-1	1100	Non-operating	I	A, B-1, B-2
85B-1	-	RIO SANTA R-1	570	Non-operating	I	A, B-1, B-2
85B-2, 85C	R-997	PRO	1900	Non-operating	II	A, B-1
85B-3	R-802	SANTA LUISA R-1	500	Non-operating	II	A, B-1
212A-1	R-986	VIRGEN DE LAS NIEVES R-4	1500	Non-operating	I	A, B-1, B-2
212A-2	-	VIRGEN DEL ROSARIO R-1	1200	Non-operating	I	A, B-1, B-2
212B-1	-	ROSARIO DEL NORTE R-3	1200	Non-operating	I	A, B-1, B-2
212B-2	-	JAZMINES DE NARANJAL R-2	1200	Non-operating	I	A, B-1, B-2
213-1	CR-243	VIPOL NARANJAL R-1	1900	Operating	III	A, B-3, B-4
213-2	-	CERRO EL CHOCLO R-2	100	Operating	III	A, B-3, B-4
213-3	-	CERRO EL CHOCLO R-1	100	Operating	III	A, B-3, B-4
259	R-522	MARQUEZ R-522	1200	Operating	III	A, B-3, B-4
349A-2	CR-76**	Cisterna	-	Operating	VI	C
	R-927	NVA. ESPERANZA R-1	400	Operating	III	A, B-3, B-4
349A-3	R-924	COLLIQUE R-4	1000	Operating	VI	C
349B-1	R-925	COLLIQUE R-5	800	Operating	VI	C
349B-2	R-926	COLLIQUE R-6	800	Operating	IV	A, B-3, B-4, C
349B-3	R-820	COLLIQUE R-7	550	Operating	III	A, B-3, B-4
351-2	RP-3	LOS ANGELES R-3	100	Operating	III	A, B-3, B-4
351-3	RP-4	LOS ANGELES R-4	100	Operating	III	A, B-3, B-4
-	RP-2	Cerro Oquendo	5000	Non-operating	V	B-2

* A-1 : 共通工事

B-1 : 機電工事 (設備更新)

B-2 : 機電工事 (井戸設備)

B-3 : 機電工事 (設備改修)

B-4 : 機電工事 (その他)

C : ポンプ場、付属設備の改修

** 独自で運転しているポンプ場

出典 : JICA 調査団

井戸

表 1.4.3-4 は、渇水期などの非常時に使用する井戸に対して提案する工事を示す。表 1.4.3-5 には、対象井戸のリストを示す。

表 1.4.3-4: 井戸の建設工事

項目	単位	数量	備考
機械電気設備の更新	Nos	3	稼働中の井戸
機械電気設備の更新 ポンプ室の補修	Nos	20	稼働していない井戸

出典：JICA 調査団

表 1.4.3-5: 井戸の一覧

No.	コード	状態*	配水池	
			名称	サブ・セクター
1	423	A	Villa Sol R-1	83A-1
2	474	A	Villa Sol R-1	83A-1
3	498	A	Villa Sol R-1	83A-1
4	720	A	Olivos de Pro R-1	84A-1
5	691	B	Programa Confraternidad 2	84A-2
6	692	C	Programa Confraternidad 2	84A-2
7	693	A	Programa Confraternidad 2	84A-2
8	695	A	Programa Confraternidad 1	84B-1
9	694	C	Programa Confraternidad 1	84B-1
10	618	A	Comité Aposte	84B-2
11	716	A	Comité Aposte	84B-2
12	696	C	Comité Aposte	84B-2
13	351	A	Puerta de Pro R-1	85A
14	717	C	Puerta de Pro R-1	85A
15	704	A	Rio Santa R-1	85B-1
16	280	C	Rio Santa R-1	85B-1
17	687	A	Virgen de Las Nieves R-4	212A-1
18	727	B	Virgen del Rosario R-1	212A-2
19	728	B	Virgen del Rosario R-1	212A-2
20	729	B	Virgen del Rosario R-1	212A-2
21	689	C	Rosario del Norte R-3	212B-1
22	688	B	Jazmines de Naranjal R-2	212B-2
23	569	D	Cerro Oquendo RP-2	-

*: A: ポンプ設備完備, B: ポンプ設備が一部不足, C: ポンプ設備が設置されていない,
D: 稼働中

出典：JICA 調査団

SCADA

表 1.4.3-6 は、本事業で提案する SCADA で運用する施設（配水池、ポンプ場、井戸、減圧弁）を示す。これらの施設は SEDAPAL の効率的で正確な運転に寄与する。

表 1.4.3-6: 上水施設で SCADA を適用する施設の数量

項目	単位	数量	備考
(1) 配水池			
- 関連設備の設置	箇所	26	Patria Nueva, Cerro Oquendo を除く、本事業で補修を行う全ての配水池、および Collique-8
- SCADA への取込み	箇所	65	本事業で補修を行う・行わないに関わらず、対象地域に係る全配水池
(2) ポンプ場			
- 関連設備の設置および SCADA への取込み	箇所	4	CR-76、Collique R-4、CR-96 (Collique R-5)、および Collique R-6
(3) 井戸			
- 関連設備の設置および SCADA への取込み	箇所	23	-
(4) 減圧弁			
- 関連設備の設置および SCADA への取込み	箇所	11	新設弁（5 箇所）および関連設備が備わっていない既存弁（6 箇所）
- SCADA への取込み ^{*1}	箇所	14	上記に加え、既に設備が備えられている既存弁（3 箇所: 84A、212A・B、および 213）

*1: SCADA への取り込みは行うが設備の設置は不要な施設

出典: JICA 調査団

(2) 配水管

配管更新の優先度

管の更新優先順位と更新数量を表 1.4.3-7 に示す。

調査の結果、本事業の目標である無収水率 25% を達成するために、優先順位に従って、少なくとも 15% の配水管長の更新を提案する。この考えに従えば、優先順位の高い順から、カテゴリ A, B, C を選んで管更新を行っただけでは 13.6% の延長にしかならないので、目標延長を達成できない。次に優先度の高いカテゴリ D（25 年以上の AC 管）を含めると、更新する管は合計 23.15% になり、目標延長を達成できる。

表 1.4.3-7: 管更新の優先順位

優先 順位	分類		数量			
			分類ごと		累計	
			延長 ^{*1} (km)	% ^{*2}	延長 ^{*1} (km)	% ^{*2}
1	A B	流下能力が不足する管路 配管材料に問題のある管路 および埋設条件に問題のある管路	35.60	4.60%	35.60	4.60%
2	C	AC 管の配水本管	75.54	9.77%	111.14	14.37%
3	D	埋設から 25 年以上を経過した AC 管の配水枝管	67.88	8.78%	179.02	23.15%
4	E	埋設から 15 年以上を経過した AC 管の配水枝管	94.08	12.16%	273.10	35.31%

*1: 二重計上を避けるため、複数の分類に属する配管の延長は、優先順位の高い分類の中で計上している。

*2: 調査対象地域内の全管路延長（773.45 km）に対するパーセンテージ。

出典: JICA 調査団

配水管の更新計画

表 1.4.3-8 に、プロジェクトの目的（無収水率削減）と、サブ・セクターの構築のために必要となる更新もしくは能力向上を行う配水管の延長を示す。これは、管網計算と先に整理した管の状況の調査結果に基づいて設定したものである。

表 1.4.3-8: 本事業で実施する、能力増強または更新管路延長の集計 (km)

セクター	サブ・セクター	管路延長 (Km)
83 A	83 A-1	6.5
	83 A-2	10.6
83 B	83 B-1	6.19
	83 B-2	20.61
84 A	84 A-1	3.26
	84 A-2	6.03
84 B	84 B-1	7.99
	84 B-2	2.24
85 A	85 A	3.79
85 B	85 B-1	1.62
	85 B-2	2.36
	85 B-3	4.6
85 C	85 C	9.14
212 A	212 A-1	1.21
	212 A-2	2.11
212 B	212 B-1	0.24
	212 B-2	0.32
213	213-1	4.27
259	259	1.86
346	346-2	0.91
347	347-1	0.58
	347-2	1.34
348 A	348 A	1.79
348 B	348 B-1	4.22
	348 B-2	0.13
349 A	349 A-1	3.09
	349 A-2	2.1
	349 A-3	6.71
349 B	349 B-1	5.63
	349 B-2	3.52
	349 B-3	2.4
350	350-1	31.01
	350-2	19.56
351	351-3	0.19
368 A	368 A-2	0.77
369 A	369 A	6.5
合計		179.02

増強または更新後の管路直径：100-300mm

出典：JICA 調査団

表 1.4.3-9 は、管材ごとの管延長と配水管の付帯設備の数量を示す。これは将来の水需要に対応するため、漏水を適正な状況に削減するために必要な工事数量である。

表 1.4.3-9 : 水道の配水管と付帯設備

項目	単位	数量	備考
1. 既設管の能力増強及び更新			
1-1 硬質塩化ビニル管(AC 管の更新)	km	156.91	100 – 300mm
1-2 硬質塩化ビニル管(PVC 管の更新)	km	22.11	100 – 300mm
小計		179.02	
2. 配管の新設			
2-1 ダクタイル鋳鉄管 (DI)	km	13.25	250 – 400mm
2-2 硬質塩化ビニル管 (PVC)	km	36.25	100 – 200mm
小計	km	49.50	
	配管計	228.52	
3. バルブと付帯設備			
3-1 減圧弁	個	5	100-150mm
3-2 空気弁	個	38	25mm
3-3 排水弁	個	12	100-300mm
3-4 仕切弁	個	580	
3-5 消火栓	個	276	150-200mm
	バルブ計	911	

出典：JICA 調査団

(3) 給水管と水道メータ

既存施設の診断の結果によると、調査対象地域の約90%の事故が、給水管で生じていることが確認された。そのうえ、SEDAPALの配水管維持管理の実績によると、配水管からの分岐装置において多く漏水が発生しているとのことである。これは、装置の構造的な問題と施工が雑であることに起因する。それゆえ、漏水を減らすには、給水管と分岐装置を同時に交換することが重要である。表 1.4.3-10 に、セクター毎の更新接続数を示す。

表 1.4.3-10: 本事業で更新する給水管の数

セクター	給水管接続数
83 A	4,096
83 B	5,341
84 A	7,586
84 B	5,690
85 A	2,184
85 B	2,099
85 C	1,657
212 A	5,428
212 B	2,970
213	3,201
259	2,282
345	415
346	2,605
347	3,845
348 A	841
348 B	2,212
349 A	2,983
349 B	2,295
350	7,287
351	1,035
368 A	2,058
369 A	2,179
合計	70,289

出典：JICA 調査団

表 1.4.3-11 は、更新、管材の種類が変更される給水管数、新たに設置される水道メータの数を示す。

表 1.4.3-11: 給水管、水道メータの工事数量

項目	単位	数量	備考
各戸接続の更新 (PVC 管、口径 15-25mm)	箇所	54,031	給水管延長は平均 6m/箇所と想定
各戸接続の更新 (PE 管、口径 15-25mm)	箇所	16,258	給水管延長は平均 6m/箇所と想定
計	箇所	70,289	-
水道メータの設置(羽根車式)	箇所	10,537	-

出典: JICA 調査団

(4) 下水道管路の改善

下水道管路の更新のために、管の流下能力不足や腐食による管の劣化への対応として、次の工法を適用する。

- 掘削を伴わない、改築推進工法
- 掘削を伴う、従来工法（開削工法）

表 1.4.3-12 は 2 つの工法のコスト比較（mあたりの更新費用）を示す。これは、マンホールの新設や改修費を含んだ比較である。

表 1.4.3-12: 管渠布設の費用比較

工法	工事費 (ヌボ・ソル)						計
	舗装解体・撤去工	配管材料 (200mm)	配管布設工 (200mm)	準備工・雑工	マンホール新設工	マンホール補修工	
非開削工法			256.61	16.7		16.7	290.01
開削工法	54.89	29.00	50.17	16.70	52.8		203.56

出典：JICA 調査団

表 1.4.3-13 は、更新される枝線管路の延長を、適用工法別に示すとともに、取り付け管とマンホールの数を示す。下水管路は将来増加する水量に対して十分な流下能力を確保し、つまりや陥没を削減することが求められる。

表 1.4.3-13: 下水の枝線管路と取付管の工事数量

項目	単位	数量	備考
1. 既設管更新 (PVC)	km	237.49 ^{1/}	200-300 mm
1.1 開削工法 (30%)	km	71.21	200-300 mm
1.2 非開削工法 (70%)	km	166.28	200-300 mm
2. 取付管及びマンホール			
2-1 取付管（各戸接続）	Nos	33,736	
2-2 マンホール(深さ 1.5 m ~ 3 m)	Nos	4,717	新規 3,302 カ所、更新 1,415 カ所

1/ 既存の枝線管路延長の 36.5%に相当

出典：JICA 調査団

(5) 維持管理設備の取得

表 1.4.3-14 は、SEDAPAL の運用、維持管理、業務管理能力の向上のために必要とされる機器の一覧である。

表 1.4.3-14：本事業で提供される維持管理機材

No.	項目	数量
1	漏水探査用資機材	
1)	現場用車両	2
2)	相関式漏水探査機	2
3)	流量計	2
4)	音聴機器	2
5)	金属探知機	2
6)	漏水検知機	2
7)	発電機	2
8)	ドリル	2
9)	その他漏水探査用付属設備	2
10)	漏水探査機（端末）	200
11)	音調漏水探査機ユニット	2
12)	探査結果蓄積・分析用コンピューター （CAD および GIS 搭載）	2
2	下水道管路清掃用資機材	
1)	ミニ高圧洗浄ユニット搭載車両	2
2)	8.50 m ³ 高圧洗浄車および	3
3)	6 m ³ 高圧洗浄車および	3
4)	16m ³ タンク車	3
5)	8-10m ³ タンク車	3
6)	交換ノズル（15°）	6
7)	交換ノズル（35°）	6
3	下水道管内調査用資機材	
1)	コンピューターおよび専用ソフトウェア	1
2)	水道管内調査カメラユニット	3
3)	下水道管内調査カメラユニット	3

出典: JICA 調査団

(6) 上下水道工事の概要

表 1.4-3.15 に本事業で実施される上下水道工事の概要を示す。また、本事業には、北部サービス管理事務所とコマスとカヤオの運用管理チームが実施するマネジメント・運転・維持管理・業務活動の最適化活動を含んでいる。

表 1.4.3-15: 本事業での上下水道工事の概要

項目および仕様		単位	数量
I.	水道システムの最適化		
I-1	送水施設（システム）の整備		
	- 送水管（ダクタイル鋳鉄管, 150-700mm）	km	40.55
	- 減圧弁	箇所	14
I-2	配水池およびポンプ場の改善		
	- 配水池の改善	箇所	27
	- ポンプ場の改善	箇所	4
I-3	配水管網の改善		
	- 既存配水管の増径および更新	km	179.02
	- 新設配水管の布設	km	49.50
I-4	各戸接続の更新および水道メータの設置		
	- 各戸接続の更新（PVC 管または PE 管）	箇所	70,289
	- 水道メータの設置	箇所	10,537
I-5	井戸の改善	箇所	23
I-6	SCADA の導入		
	- 配水池	箇所	26
	- ポンプ場	箇所	4
	- 井戸	箇所	23
	- 減圧弁	箇所	11
II.	下水道システムの最適化		
	- 既存無筋コンクリート管路の増径および更新（PVC 管, 100-350mm）	km	237.49
	- マンホールの補修	箇所	1,415
	- マンホールの新設	箇所	3,302
	- 取付け管の更新（PVC 管）	箇所	33,736
III.	公社による事業運営の最適化		
III-1	維持管理作業用資機材の調達		
	- 漏水探査用資機材（音調探査機）	式	2
	- 下水道管路清掃用資機材（高圧洗浄車）	式	8
	- 管路内調査用資機材（調査カメラ）	式	6
III-2	台帳システムの改善		
	- 現状調査	式	1
	- 台帳システム更新に係る支援	式	1
III-3	予防保全的維持管理計画立案チームの立ち上げ	式	1

*: リマ上下水道公社の運営改善を含む

出典: JICA 調査団

1.5 持続可能性の評価

公共投資事業が事業期間を通して期待される十分な便益を生み、事業を継続できるかを判断するため、持続性分析をおこなった。本分析では、制度的、法的、経済的、技術的、環境、社会文化的側面の評価を行った。

事業の実行可能性が確保されるまでの、事業のモニタリングは、SEDAPAL が責任をもって行う。JICA、IBRD、KfW と結ぶ借款契約は、ペルー政府を代表して経済財務省が締結することから、上下水道公社は事前に経済財務省に財源供与の依頼・調整を実施しておく必要がある。

事前実施段階における実施部署は、リマ周辺部衛生改善事業チーム（PROMESAL: *Equipo del Programa de Mejoramiento Sanitario de las Áreas Marginales de Lima*）であり、事務所はリマ上下水道公社の総括局に属する。本実施部署は事業の技術、財務、契約管理の役割をになう。

また、社会的なモニタリングや環境教育活動も実施し、それらは事前調査の分析、及びリマ上下水道公社が他の事例で持つ成功事例の結果を踏まえて提案される。またこれらの活動の費用は事業コストに含まれている。

北部サービス局は施設の運転管理を担当する。施設が建設契約者から受け渡され次第、自身の技術・管理能力を活用してサービスを提供する必要がある。下水管の高圧洗浄機材、漏水探知機等、維持管理に使われる各種機材の調達予算は事業費に含まれる。従って、事業実施により、リマ上下水道公社の維持管理能力は強化され、適切な維持管理が期待できる。

事業実施に参加できる民間企業として、上下水道事業に豊富な経験を持つ、数多くの国際コンサルタント会社がペルーの市場で既に活動しているほか、上下水道管網の改修工事の経験を持つ有力な建設会社も多く活動しており、調達や工事に問題はない。

改修、更新されたインフラの維持管理に必要な費用は、漏水削減で増加する上下水道料金収入や、事業実施で削減できる維持管理費で賄われる予定である。

継続的な（24時間）給水サービスを受ける家庭と、制限給水サービス（12時間以下）しか受けられない家庭から聞き取り調査を行った結果、ほとんどの家庭では SEDAPAL による上下水道サービスが改善されるなら、今以上の額をサービスのために支払う意思があることが判明した。調査によると 24 時間サービスを受けていない家庭は平均して月 8.18 ヌエボ・ソル支払う意思がある。一方、水道サービスが時間で制限されている家庭は、平均して月 13.57 ヌエボ・ソル支払う意思がある。

本調査では、上下水道サービス利用者の支払い能力についても検討を行った。いくつかの国際機関で用いられる基準によれば、上下水道料金は各家庭の可処分所得の 5% を超えるべきではないとされている。

事業対象地域の社会調査結果によると、平均的な家庭の可処分所得は月 1,019 ヌエボ・ソルであり、これに対する上下水道料金の支払い可能額は、付加価値税を含んだサービ

ス地域において最大月額 51.0 ヌエボ・ソルである。現在、平均的な家庭は上下水道料金として月 17.9m³の消費に伴い 42.90 ヌエボ・ソルを支払っている。この結果、事業対象地の上下水道料金は、平均的家庭の可処分所得額 5%を大きく下回っており、受益者は支払能力に余裕があると言える。

受益者は事業の設計や形成には直接は参加しないが、事業実施段階においては、参加型のキャンペーンなどを通して、事業に間接的に参加することになる。また、事業完成後には、適切に施設を利用すること、料金支払をすること、さらに苦情を伝えることで、事業に参加し、コマスやカヤオ地域の維持管理チームの適切な業務実施を促す。

1.6 環境影響について

ペルー国の法令に従った本事業の環境評価が実施された。プロジェクトの提案者である SEDAPAL（事業提案者）を代表して、住宅建設衛生省と環境問題事務局（OMA）に対して最初の申請と環境区分が 2010 年 7 月 23 日に提出され、本事業は“準詳細”環境影響調査が求められるカテゴリー 2 に分類された。

すでに OMA は、カテゴリー 2 に基づいた“準詳細”レベルの環境影響調査（Semi-Detailed EIA）の TOR を作成している。この TOR に基づいて、DNS に登録された環境コンサルタントが、環境影響調査を実施し、工事開始までに、DNS から調査結果の承認を得る必要がある。

概略の環境評価は既に行われている。この評価によれば、事業の全体的な環境インパクトはポジティブである。つまり、本事業による給水と汚水の収集が安全で確実なものであると判断されている。負の影響も若干あるが、これらは一時的なものであり、この影響は建設段階、および削減段階で若干発生するが、ほとんど影響はないと予想されている。

環境影響マトリクスは潜在的な影響を評価するために用いられた。プロジェクトの 17 項目の活動を、18 項目の環境項目で評価を行った。表 1.6-1 にそのマトリクスを示す。

表 1.6-1: 環境影響マトリックス

			Project activities - Construction phase																	
			General works of potable water				Rehabilitation of reservoirs, pumping stations and wells			Secondary network and house connections of potable water, reservoirs / sector					Secondary network and house connections of sewerage					
			Preliminary and provisional works	Potable water lines for general works	Automation and control	Electric power supply	Equipment and rehabilitation of reservoirs	Equipment and rehabilitation of pumping stations	Equipment and rehabilitation of wells	Rehabilitation of potable water networks	Potable water house connections	Pressure reducing valve pits	Provisional connections	Leakage pre-locators	Operation equipment	Sewerage networks	Sewerage house connections	Pavement	Operation equipment	
Environmental Component	Abiotic	Soil	Modification of terrain	7	4	3	5	6	6	7	4	4	3	3	3	4	5	4	4	4
			Erosion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Quality of soil	7	5	3	5	5	4	7	5	4	4	4	3	4	5	4	6	4
		Water	Change of use of soil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Quality of surface water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Quality of groundwater	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Air	Generation of particles	4	6	3	3	7	5	7	9	3	3	4	3	4	5	3	7	4	
		Generation of gas	4	6	3	3	7	5	7	5	3	3	4	3	4	5	3	7	4	
		Generation of noise	3	3	4	4	6	7	7	5	3	3	3	2	3	3	3	5	3	
	Biotic	Flora	Coverage of plants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Fauna	Bird life	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Social-Economic	Social	Way of life	3	2	1	2	3	3	3	7	4	2	4	2	3	5	5	6	3
			Public security and health	3	5	3	2	4	3	4	9	5	-	-	-	-	4	4	6	-
			Employment security and health	3	6	3	4	6	4	6	9	5	3	3	3	3	5	5	6	3
Economic		Generation of employment	4	5	3	3	6	5	6	5	5	4	4	4	3	5	5	3	3	
	Economy dynamic (other economic activities)	2	5	2	3	6	5	6	4	3	2	2	3	3	4	5	3	3		
Cultural	Aesthetics	Modification of landscape	3	3	-	-	6	7	7	3	3	3	3	2	-	3	3	5	-	
	Cultural	Archaeological zones	4	6	-	-	4	-	4	5	-	-	4	-	-	5	-	4	-	

出典: JICA 調査団

予備段階の環境管理計画（EMP）は、「環境影響問題の予防、緩和あるいは改善プログラム」「モニタリングプログラム」「EMP実施のための積算」で構成されている。

本事業では、工事中に環境への影響が予想され、その影響緩和計画案を表 1.6-2.に示す。（環境への正の影響については効果促進のための方策を記述している）

表 1.6-2: 環境緩和計画案

環境への影響	環境緩和計画案
1. 粉じんと排気ガスによる大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 現場に置いてある残土には、埋立地に運ぶまでの間、湿った帆布をかぶせておく。 ▪ 事業実施の際に粉じんを発生させる恐れのある未舗装の道路と土地は常に湿らせておく。この作業は最低でも1日に2回は行い、更にこの作業が必要な場合は監督の判断の下で決定、実行する。 ▪ 使用機器、車両などのメンテナンスを定期的に行い、排気ガスの量を削減する。
2. アスベスト管による被害	<ul style="list-style-type: none"> ▪ アスベスト管の除去、移動、最終処分はDIGESAが公認した方法と機関によって実行する。
3. 事業実施による騒音被害	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 使用機器は良好な運転状況を保つために定期的なメンテナンスを行う。 ▪ 必要に応じて、防音壁を設置する。
4. 土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 現場におけるごみ収集システムの導入。 ▪ 廃油処理システムの導入。固形廃棄物処理システムとの適合が必要。 ▪ 炭化水素などによる土壌汚染は直ちに実行され、的確に処分されなければならない。
5. 事業実施に対する住民の反感	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 事業に使用する機器、およびその運転時間を住民に伝える。 ▪ 冊子や報告書を用いて、事業計画は住民の日常生活に影響を与えない旨を伝え、地域住民の協力を仰ぐ。 ▪ 車と歩行者の事故を最小限に抑えるために、的確に交通標識を設置する。 ▪ トラックの移動はラッシュアワーを避けて行う。
6. 労働衛生と安全に対するリスク	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 労働衛生安全規則 S.D. N° 009-2005-TR (article 20) に従う。 ▪ 全作業員に活動（特にトンネルの掘削とアスベスト管の運搬に際して）に適した防具の着用を徹底させる。 ▪ 作業員に対して安全規則の順守を徹底させる。 ▪ 作業員の心身に配慮した作業計画を立てる。 ▪ 事故発生前後での環境への対応策を設定する。 ▪ 傾斜の不安定な地域内では補助具や立杭の定期点検を実施する。 ▪ 現場にフェンスを設け、関係者以外の立ち入りを禁ずる。 ▪ 医療サービスを充実させ、救急救命道具を用意しておく。
7. 地域経済の発展	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 地域住民に雇用状況に関する情報を提供する。 ▪ 住民雇用を定期的実施する。
8. ごみの処分	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 工事中に用いる簡易トイレの廃液の最終処分を適正に実施する。 ▪ 固形廃棄物を収集し、適正に処分する。
9. 遺跡への影響	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 予防処置を施した上で、計画を実施する。

出典: JICA 調査団

1.7 事業実施のための組織と運営

事業実施の組織と管理のために、次に示す関係者が以下の役割で参加する。

SEDAPAL（リマ上下水道公社）：事業の実施組織は、「リマ周辺部衛生改善事業チーム（PROMESAL）」であり、「総括局」に属し、事業の実施に向けた外部融資と付随する債務のサービスの支払いの管理に向けた経済財務省の管轄組織である「公的財務国家理事会（NDPD）」、またリマ上下水道公社内部の「支援管理部門」との協力、融資の支払いに向けた JICA や KfW との外部的な協力において、事業の技術的、財政的、契約上の管理を行う。

SEDAPAL は実施計画によって必要とされる事項に従い、「Management and Selection Processes Control Team」を通して、事業の業務指示書を作成するコンサルタント会社と契約する。同時に、このチームは、機材調達（維持管理設備）と、建設工事実施に関し、公共入札と契約業務を執り行う。「リマ周辺部衛生改善事業チーム（PROMESAL）」は、施設の承認と資機材調達が終了するまで、契約管理を担当する。

北部サービス局（GSN）とコマス、カヤオ維持管理チームは計画段階で責任を持つほか、施設の稼働段階では直接的な責任を持つ。

公共経済活動支援国家基金（FONAFE: National Fund for Financing State Business Activity）：投資計画局（OPI）公共経済活動支援国家基金は、投資計画の段階から SEDAPAL の業務活動を管轄する。多年度投資計画省（DGPI: Dirección General de Políticas de Inversiones, or General Directorate of Investment Policies）は、事業の F/S 調査を審査、承認し、実現性ある事業の公表を行う。また、DGPI は、事業実施前の投資段階に、F/S レポートに対する意見をたす。

経済財政省（MEF）：多年度投資計画省（DGPI）を通して、JICA、KfW、IBRD の外部債務運用の承認前に、経済財政省は意見を述べ、事業の実施可能性を公開する。同様に、公的債務国家理事会（NDPD）を通して、事業の実施に向けて JICA、KfW、IBRD と交渉する。前述の組織の外貨借入の実施承認前に意見を述べ、経済財政省はペルー共和国を代表して、JICA、KfW、IBRD と事業の資金調達の融資契約を締結する。

実施段階において、多年度投資計画省（DGPI）は実施前に業務指示書（TOR）の結果について意見を述べる。

運営管理段階の期間、公的債務国家理事会（NDPD）は事業の融資とそれぞれの債務サービスの支払いを取り扱う。

なお、経済財政省（MEF）は日本政府に対し、本事業に係る 80 百万米ドルの融資を要請している。

住宅建設衛生省：住宅建設衛生省は投資計画局（OPI - Vivienda）を通し、多年度投資計画省（DGPI）が実施可能性を公表する前に、事前調査に関する意見を述べる。同じく、JICA と KfW 等の債務借入の承認に向けた法的な方策を批准する。

実施段階において、国家衛生局（DNS）を通して、前述の理事によって了承された分類に準じ、調査レベルの環境影響調査を承認する決議がなされる。

運営段階では、住宅建設衛生省は上下水道事業のサービスレベルを改良するため、適切に規制する。

衛生事業国家監督署（SUNASS）：運営段階において、衛生事業国家監督署は SEDAPAL が提供する上下水道サービスの監査期間として働く。最適化マスタープランを承認し、料金試算（調整または増加）実施、料金構造、事業投資額を含む、2015~2019年の5年間の管理目標の承認に向けた料金調査を実施する。

国際協力機構（JICA）：日本国の政府開発援助の実施機関であり、本 F/S 調査実施のための協力も行っている。

実施段階には、入札図書などの作成や、建設工事実施のため、SEDAPAL に融資を行う。なお、業務実施に関するコンサルタント契約、施設建設、資機材調達の契約決定に際しての承認を行う。

国際復興開発銀行（IBRD）：世界銀行組織の1つである。事業実施可能性がペルー政府の担当機関によって公表され次第、IBRD は融資契約の交渉に入り、事業実施に必要な資金の一部を融資するための契約を、経済財務省と締結する。実施段階の役割も、JICA と同様である。

ドイツ復興金融公庫（KfW）：ドイツ政府の政府開発援助の実施機関であり、JICA、IBRD と同様の役割を果たす。

1.8 結果と提言

- 本事業の目的は、調査対象地域を管轄する SEDAPAL 北部サービス局の運用目標 (Service management Goals) に基づいて、適切な上下水道システムの完成と、適切なマネジメントサービスを実現することである。そのためには、新設されたワチパ浄水場から対象地域への送水の実現が必要である。また、本事業では、配水システムの運用コントロールを最適化するとともに、漏水を 20% まで削減することも目標である。
- 上水道分野の技術的提案として、配水管網 179.02 km (既存管路全長の 22.1 %) の改修と更新、および 49.55km の配水管の新設と 70,829 の分水栓の取替えなどが挙げられる。また、全長 40.5 km の送水管網の導入と、配水池(27)・ポンプ場(4)・井戸(23)の改修、10,537 の水道メータの設置も計画されている。この計画には土木工事、水理機器、電気機器、自動制御装置、SCADA の導入が含まれている。
- 下水道分野では、既存の下水管 237.49km (既存管路全長の 36.5%) の改修も予定されている。この改修の 30% は改築推進工法、70% には開削工法の採用が予定されている。33,736 の取付管の更新も予定されている。
- 本調査の結果より本事業は社会的に有益であることが確認された。また、衛生セクターの政府方針とも合致している。

第2章 一般事項

2.1 事業名称

JICA 調査の名称は、「リマ首都圏北部上下水道最適化事業（Ⅱ）準備調査 “North Lima Metropolitan Area Water Supply and Sewerage Optimization Project (II)”」である。これは、本事業のフィージビリティ調査(F/S)であり、ペルー国での正式名称は、次のとおりである。“Optimization of the Infrastructure of the Water Supply and Sewerage Systems: Sectorization, Rehabilitation of Networks and Updating of the Cadastre of the North Service Management Office – Area of Influence of the Huachipa Plant – Areas of Drainage of the Sewers: Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra and Sectors 84, 83, 85 and 212”

リマの上下水道事業の実施機関である SEDAPAL は、ここ数年間、区域拡張事業や、サービス向上のためのシステムの効率化を目的とした配水管網のセクター化を含む、上下水道管の改修や機能拡充の事業を実施してきた。

1995 年に上下水道システムの改修事業が、リマの他の行政区やカヤオ区において実施された。これは、ペルー共和国と国際復興開発銀行（IBRD）間の借款契約 3811-PE と、ペルー共和国と海外経済協力基金（OECF：現在は国際協力機構-JICA）間の借款契約 PE-P11 により実施されている。しかしながら、未だに運用に問題を抱えるシステムや、多量の水道水の技術的損失が生じている地域を、数多く抱えている。

より良いサービスを提供するため、SEDAPAL は地域別管理組織を有しており、その一つである北部サービス局（GSN）がリマ北部地域を所管している。SEDAPAL の戦略として、十分な水供給を行い、リマ首都圏北部地域の増え続ける人口に対して適切なサービスを提供するために、リマ北部地域でプロジェクトが実施されている。たとえば、ワチパ浄水場(WTP)の建設、北部支所の設置(*Ramal Norte*)などが該当する。これらの事業に対しては、国際協力銀行（JBIC－現在は JICA）が財政的支援を行っている。

しかしながら、SEDAPAL の北部サービス局（GSN）の管轄地域では、無収水（NRW）の割合が 50%に達している。この状況は事業目標であるワチパ浄水場等の事業を通じて水供給を増加させる事業目標に逆行している。このため、配水管網のセクター化は非常に切迫しているといえる。この問題に対しより地域に根ざした取り組みを行うために、北部サービス局は管理区域を、リマ北部Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳと呼ばれる 4 つの区域に分割した。

2009 年 9 月には、ペルー国政府と JICA は 5,550 百万円（50 百万米ドル）の借款契約を締結し、SEDAPAL は、リマ北部Ⅰ地域の老朽化した上下水管を交換、改善、最適化する事業を予算化できた。この地域は、コマスーチジョン幹線流域を含んでいる。この事業は、コマス区、インデペンデンシア区、サン・マルティン・デ・ポレス区、ロス・オリボス区の約 38 万人の住民に利益をもたらす。この借款は、詳細設計と施工監理に関するコンサルティングサービスと、建設投資の一部を賄う。事業の総額は、200 百万米ドルであり、事業費はドイツの KfW と IBRD の借款と SEDAPAL の自己資金で賄われる予定である。

リマ北部Ⅰでは、北部サービス局の一部の地域しか対応できず、北部サービス局の他の地域も同様に、配水管の改修、更新、配水管網のセクター化が必要である。JICA はペルー国政府の要請に基づいて、プレ・フィージビリティ調査（Perfil）レベルのリマ北部Ⅱ地域（オケンド、シンチ・ロッカ、プエンテ・ピエドラ、セクター84・83・85・212 地区）の投資前調査の費用を援助することに合意した。この事業の名前は、“Optimization of the Infrastructure of the Water Supply and Sewerage Systems: Sectorization, Rehabilitation of Networks and Updating of the Cadastre of the North Service Management Office – Area of Influence of the Huachipa Plant – Areas of Drainage of the Sewers: Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra and Sectors 84, 83, 85 and 212”である。2009年5月30日にJICAと中南米工営との間でコンサルタント契約が締結され、リマ北部サービス局の管内で、2つ目の最適化事業が開始された。この調査は2009年9月に完了した。

ペルー国政府からの更なる要求に基づいて、JICA はフィージビリティ調査（本調査）レベルのリマ北部Ⅱ地域の協力準備調査を行うことで合意し、2009年12月17日に、契約の調印を行った。JICA は本調査を日本工営に委託し、調査は2010年4月に始められた。このJICA 調査の最終報告書は、本事業のフィージビリティ調査報告書として位置づけられる。



Location of Study Area in Metropolitan Lima

OCEANO PACIFICO

LEGEND

PROJECTS GSN	DISTRICT BOUNDARY
Sedapal	GREEN AREA
LIMA NORTE I	BLOCKS
LIMA NORTE II	RIVERS
LIMA NORTE III	COAST
LIMA NORTE IV	

0000078

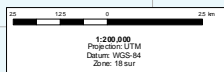
0000078

0000898

0000898

0000938

0000938



1:200,000
Projection: UTM
Datum: WGS 84
Zone: 18 sur

sedapal **REPUBLICA DEL PERU**
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLO DE LIMA

図2.1.1-1 : リマ北部上下水道
最適化事業の対象地域

2.2 組織体制と実施体制

名称	: <i>Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL</i>
セクター	: <i>Fond Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado- FONAFE</i>
担当責任者	: <i>Ing. Samuel Trujillo – Manager of Development and Research</i>
住所	: <i>Autopista Ramiro Priale N° 210 – El Agustino</i>
電話番号	: <i>317-3018 / 317-3019</i>
ファックス	: <i>317-3406</i>
メールアドレス	: <i>strujillo@sedapal.com.pe</i>

名称	: <i>Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL</i>
セクター	: <i>Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento</i>
担当責任者	: <i>Econ. Jorge José Barco Martínez - Gerente General</i>
住所	: <i>Autopista Ramiro Priale N° 210 – El Agustino</i>
電話番号	: <i>317-3121 / 317-3007</i>
ファックス	: <i>317-3406</i>
メールアドレス	: <i>jbarco@sedapal.com.pe</i>

リマ市の上下水道サービスを管理するために、リマ上下水道企業が 1855 年に設立された。1962 年に当企業は COSAL になり、1971 年には正式名称が ESAL に改定された。1981 年には SEDAPAL（リマ上下水道公社）になり、現在に至っている。SEDAPAL は、リマ首都圏とカヤオ特別区を構成する 49 行政区を所管している。また、46 行政区に対してトータルサービスを、3 行政区に対して部分的なサービスを提供している。

2.3 関連組織及び受益者

本節では、本事業に直接関与する事業体の利益と問題を確認する。

2.3.1 リマ上下水道公社－SEDAPAL

SEDAPAL は住宅建設衛生省から独立した組織で、その事業目的は、リマ首都圏地域の水供給、システムの持続性の推進、区域の拡大、上下水道サービスの質の向上などである。

衛生サービスを提供する企業として、SEDAPAL は、住民の生活の質の向上に貢献すること、排水の収集から最終処理まで水資源を管理すること、環境保護活動を行うことなど、主な使命を負っている。

加えて、次の責任も担っている。

- 所管区域の上下水道システムの建設に対する、促進・提供・資金調達
- 投資前調査の編成・承認と、上下水道施設の実施監理
- 促進活動、キャパシティ・ビルディング、住民組織構築に対する財源の提供
- 対象地域の住民に対する安全な水の適時供給

2.3.2 住宅建設衛生省（Ministry of Housing, Construction and Sanitation）

これは、住宅、都市開発、社会基盤施設と衛生施設の建設に関する規制を行う組織である。住宅建設衛生省は、上下水道ネットワークの持続的提供、対象地域の拡大、地域行政と連携したサービスの質の改善を行っている。加えて住宅建設衛生省は、関連計画・関連事業を担当している。計画と予算を所管している投資計画局（OPI）を通じて、投資前調査の評価と承認が行われたうえで、経済財政省（MEF）に、次の段階の調査や投資を行うことについての承認を得ることを要求する。これは、経済財政省（MEF）が2000年に発行した公共投資国家システム（National Public Investment System : SNIP）ガイドラインに準拠した手続である。

当事業は海外の借款資金を調達しているため、当局は本事業の実行可能性について、経済財政省（MEF）の多年度投資計画局に対して承認を求める。

2.3.3 国家衛生局 (National Sanitation Authority : DNS)

住宅建設衛生省の関連組織として、公衆衛生に関する政策、計画、要綱、基準などを所管しており、上下水道と尿処理に関する、サービス区域の拡大・サービスの質の改善に取り組んでいる。また、住宅建設衛生省に関連する環境影響評価の審査と承認を行っている。

2.3.4 保健省 (Ministry of Health : MINSA)

保健省は、国民全体を対象として、個人の尊厳の保護、健康の促進、病気の予防、ヘルスケア全般などを担っている。これらの活動は、たとえばヘルスケアセンターなど、保健省の出先機関である地域保健局を通じて行っている。

さらに保健省は、環境保健総局（Directorate General of Environmental Health : DIGESA）などの活動を通じて水質を定期的に観測している。

2.3.5 経済財政省 (Ministry of Economy and Finance : MEF)

経済財政省は、公共経済と財務活動の最適化、マクロ経済活動の規律、ペルー国の持続的な経済発展の達成を目標にしている。多年度投資計画局(DGPM)を通じて、経済財政省は、プレ・フィージビリティ調査 (Perfil) レベルの投資前調査を承認する立場にあり、問題ない場合には事業の実行可能性を公表することになる。

事業の枠組みにおいては、経済財政省は、JICA や世界銀行などの海外資金の保証者の立場で参加することになる。

2.3.6 多年度投資計画総局

(Directorate General of Long-term Public Sector Programming : DGPM)

多年度投資計画総局は、公共投資計画を含めて、公共投資の直接的・総合的な支援と評価と、相対的に発展が遅れている地域の総合開発の促進の役割を担う組織である。さらに、当総局は、海外からの資金調達のために、事業の実行可能性を公表し、公共投資と民間投資の履行を提言する役割を担う。

2.3.7 衛生事業国家監督署（The National Superintendence of Sanitation Services : SUNASS）

衛生事業国家監督署は、内閣府の地方公共組織である。これは衛生部門の監理面、機能面、技術面、経済財務面での自律規制組織である。

これは、法律に基づいた範囲と制約に従い、監理、規制、統制、罰則、利用者からの論争や苦情の解決等を行う機能を果たす。衛生事業国家監督署の所管は公共施設、民間施設の双方を含む。

2.3.8 公共経済活動支援国家基金

（National Fund for the Financing of the Public Business Activity : FONAFE）

公共経済活動支援国家基金は、経済財政省所管の民間企業であり、法令 No. 27170 に従い設立された。その役割は、公共経済活動を規制し、監督することである。この組織は、投資事業の財務面を支援し、調整している。公共投資国家システム（SNIP）の枠組みでは、公共経済活動支援国家基金（FONAFE）の投資計画局（OPI）が、投資前調査の評価、経済財務省（MEF）の多年度投資計画局（DGPM）に対して、Perfil の承認や、フィージビリティ調査レベルの投資前準備調査の認可や、事業の投資可能性の公表などを要求する役割を担う。

2.3.9 事業区域の地方自治体（District Municipalities in the Area of the Project）

事業区域の地方自治体（カラバイヨ、コマス、ロス・オリーボス、プエンテ・ピエドラ、サン・マルティン・デ・ポレス、カヤオ、ベントニア）は、法令 N°27972 – *Ley Orgánica de Municipalidades en Materia de Saneamiento, Salubridad y Salud* (Organic Act of Municipalities, on Sanitation, Health and Health care); 80 条 4.1 項: “*Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe*”に基づいて、権限と責任の枠組みが規定されている。（直接もしくは営業権による上下水道サービスの管理と規制）

2.3.10 国際協力機構（Japan International Cooperation Agency – JICA）

JICA は、経済社会インフラの開発と、環境保全・自然資源保護などの投資やコンサルタントサービスに対する、日本政府の技術協力プログラムの実施と財政支援を担っている。この協力は政府間のものである。1974 年の設立以来、JICA はペルーなどの開発途上国に対して、社会経済発展や、人的資源開発への支援を行ってきた。

この事業において、JICA はプレ・フィージビリティ調査に協力した。また、JICA は本調査の実施主体として、業務実施契約により傭上したコンサルタントを活用し、本フィージビリティ調査の報告書を取り纏める。

事業の遂行のために、JICA は優遇条件での財政融資を提供することで、多大な支援を行うこと、また、適切な事業推進のために技術的支援を行うことが期待されている。

2.3.11 国際復興開発銀行（International Bank of Reconstruction and Development : IBRD）

国際復興支援銀行（IBRD）は、中所得国と信用力のある低所得国を対象に、貧困を撲滅するために、借款、保障、リスクマネジメント、分析と勧告のサービスなどを提供し

ている。国際復興支援銀行は、政府（や主権者）の返済保証を条件に、政府や民間企業に対して借金を提供している。これらの借金の資金は、主に世界資本市場における世界銀行債券を充てており、通常は年間 12-15 百万ドルに及ぶ。

本事業の背景、目的から考えて、IBRD が本事業のような事業に融資することは期待できる。

2.3.12 ドイツ復興金融公庫（Kreditanstalt Fur Wiederaufbau : KfW）

ドイツ復興金融公庫（KfW）は、長期の資金貸付けにより、途上国の経済発展を促進することを目的としている。この組織は経済社会インフラの開発や、環境保護と自然資源の保全に対する投資とコンサルティングサービスに対して資金提供を行う。この協力は政府間で行われる。

本事業の背景、目的から考えて、KfW が本事業のような事業に融資することは期待できる。

2.3.13 事業の受益者（Project Beneficiaries）

本事業の直接の受益者は、本事業対象区域のサービス利用者である。受益者は、直接事業の計画設計段階には関わっていないものの、苦情や報告が反映されることで、本事業に貢献している。また、EIA の過程では、住民の意見が集められ、詳細設計に反映される。

プロジェクト実施段階においては、受益者は、工事区域の周辺に工事業者によって設置される安全表示を順守するとともに、工事業者により実施される歩行者や道路交通、また、都市景観に対する影響緩和対策に協力することによって、事業に関与することになる。

維持管理段階においては、受益者は、施設やサービスを適正に利用することで本事業に関与することになる。それに加えて、月々の支払いや、運営に対する不満を訴えることで、事業の継続性に貢献することになる。

2.3.14 環境省（Ministry of Environment : MINAM）

環境省は、環境を保持することを目的とし、現在と将来世代が適正に発展するために、環境の調和を保障する。環境省はこの目的のもとで、自然資源や環境の利用について、持続可能で、責任ある、合理的かつ倫理的な手法を推進する。そして、永遠に環境と調和した、人間の、社会・経済・文化的な持続的発展に貢献する。このように、環境省は、環境の質、都市計画、環境対策の監督や保護を通じて、持続的発展を推進している。環境省はまた、都市の中心や観光地において、適正な環境の質を保証する基本的衛生活動、土壌廃棄物管理なども推進している。

2.3.15 リマ上下水道公社の契約会社

（配水管網、ポンプ場の運転管理、業務活動の総合サービス- SIAC）

リマ上下水道公社は施設の運転・維持管理について、コントラクターに委託している。

(i) CONCYSSA 社（土木と衛生管理会社）は、上下水道ネットワークの維持管理を担

当している。バルブ、消火栓、堆積物の清掃と除去について予防保全、事後保全を実施するとともに、上下水道の家庭への接続管（給水管、取付管）についても管轄している。

(ii) AZB – HCI 社は、SIAC の活動に関与し、メーターの供給、設置、初期点検、事後保全活動や、説得活動の全体管理に係る。

2.3.16 要約

関連組織や受益者は、各々の便益や問題点（たとえば、不完全な水供給や衛生サービス）解決の戦略に従って関与し、同意や約束を実行する。

表 2.3.16-1 に、受益者や関連組織、便益、問題点、援助や指示内容に関する分析を示す。

表 2.3.16-1: 関連組織の便益、問題点、援助内容

組織名称	便益	問題点	援助概要
住宅建設衛生省	SEDAPAL による、上下水道サービスの提供を通じた住民の福祉。	管轄区域のサービス水準の、部門目標への未達。	提案の適切性と、部門の方針に合致するか否かの検証。
SEDAPAL（リマ上下水道公社）	造水、配水、下水集水、漏水削減と、売上増加に対する管理と適正な運用。	ネットワーク施設の劣化、サービスの時間供給、相当量の漏水。	上下水道ネットワーク運営維持の資金と能力。
経済財政省（MEF）	社会福祉に対する、適正で効果的な資金配分。	システムの不十分な管理運用による資金損失。	提案内容に対する技術的、経済的、社会的、財務的実現可能性の検証。
公共経済活動支援国家基金（FONAFE）	公共ビジネスマネジメントの規制と命令担当。	SEDAPAL はサービス改善に対する投資について、十分な財務資源の不足。	プロジェクト資金の支援と金融機関との調整。プロジェクトの技術的、経済的、社会的、財務的実現可能性の承認および検証。
環境省（MINAM）	環境質の保護や、現在および将来世代に調和のとれた環境を享受する権利の確保を担当。	環境や自然資源の悪化。	提案の妥当性と部門の政策との整合の検証。
北部サービス局管内の住民	良質な上水サービス（継続性、圧力、水質）と下水サービスの享受。	不足する水量、不十分な水圧、妨害、漏水、利用時間が制限された水道サービス、下水漏水、管渠崩壊による道路陥没。	事業のサポート、事業実施への協力、サービスの適正利用、使用料の適正な支払い。
行政区、自治体（NSC）	良質な上水サービス（継続性、圧力、水質）と下水サービスの享受。	不足する水量、不十分な水圧、妨害、漏水、利用時間が制限された水道サービス、公共道路の劣化による道路都市交通問題、制限されたサービスによる住民の不满。	公共サービスの適正利用を促進し施設を保持するための、基準や通知による事業支援。
国際協力機関（JICA, Kfw, IBRD 等）	住民の福祉と生活の質の改善に対する貢献。	老朽化した、もしくは劣化した衛生施設を全て更新する資金の不足。	国家が保障した資金の貸付、有益な長期の財政状況の提供、柔軟な期間・優遇された利子率での資金供与、および、技術的支援と助言の提供。
行政区・自治体が所管する医療施設	健康状態の改善に貢献することによる、健康管理の需要の削減。	劣悪な水質による住民の要求を満足するだけの十分な体制と施設の不足。	健康指標のモニタリングと、住民の生活の質の改善の報告。
SUNASS	上下水道サービスの効果的提供。	不十分な上下水道サービスの提供による、高い割合での不満。	監督・制限・管理・許可・論争や利用者の苦情の解決。
SEDAPAL の上下水道システムの維持管理会社	実行可能な契約を勝ち取り、リスクを管理し適正な利益を確保。	最新の技術的業務用台帳の欠如。活動が契約に制限され、事業活動全体に及ばず、更新とエリア拡大活動は含まず。	上下水道システムの、予防保全・事後対応の維持管理活動と、全体業務システム（SIAC）を担当。

出典：JICA 調査団

2.4 根拠となるデータ、法制度

2.4.1 論拠

上下水道管の改修工事は、リマ首都圏の多くの地域の不健全なインフラの改善要求に基づいて実施されるものであり、管の破裂、漏水、汚水溢水、下水管の詰まりや陥没等の問題に対応するものである。高い無収水率、高い運転管理費、高い不満は、主にこれらの原因から生じている。これらの問題は、利用者からの、業務上や運転上の不満に繋がる場合もあり、結果として、保険契約、保険料、控除免責に対する費用が高騰する。これらの問題は、SEDAPAL のイメージの低下、環境や公共道路の劣化、公衆衛生のリスクの上昇にもつながる。

リマ首都圏の多くの箇所では、上水道施設は耐用年数を経過しており、管の不具合の報告が増えていることから明らかなように、劣化の兆候が確認される。このように、下水道施設も耐用年数が経過しているが、全ての管を改修する必要があるわけではない。

SEDAPAL は、ここ数年上下水道管の改修や改善、また、セクター化（日本では一般に「ブロック化」と呼ばれるが、本報告書では SEDAPAL の用語に統一して「セクター化」と記述する。内容は 3.4.2 項参照。）のプロジェクトを推進してきた。セクター化のプロセスは、特定の地域を分界定義し、流入水量を制御することを可能にし、水道水の圧力や塩素注入量を管理し、各セクター内での漏水量を特定することができるようにすることである。加えて、このようなセクター化によって、セクター外のサービスに影響なく、予防保全、事後保全活動を実施することができるようになる。セクター化のプロジェクトは、SCADA（Supervisory Control And Data Acquisition：遠隔監視・制御システム）で補完され、最新のテレメータ施設を通じて、各セクターの流入水量や圧力の監視や、水質の決定ができるようになる。SCADA の中央施設は、ラ・アタルヘヤに設置される。

他の開発においては、上下水道施設の台帳整備が 1995 年に始まり、2006 年 12 月時点では、95% のエリアに対して整備されている。この状況において、SEDAPAL は、配水管網のセクター化を目的として、古く劣化した管の改修と更新を計画している。2.1 節で説明したとおり、この事業はリマ II 地域のネットワークの最適化を目的としている。さらに、リマ最適化マスタープラン（PMO: *Plan Maestro Optimizado*, SEDAPAL, 2009）において、最大の無収水(NRW)は 25% を超えないことが提案されており、この事業でも無収水率を 25% 以下に低減することが目標とされている。このレポートは、業務指示書と、法 27293：公共投資国家システム（SNIP, 2000 年 経済財政省）の規定に従って実施された分析結果が含まれている。

主要事項は次のとおりである。

- 事業地域の社会経済状況と人口動態の診断
- 上下水道システムの診断_給水方法、排水区、現有施設能力の最大限の活用を制限する要因、業務と組織制度の側面

- 上下水道施設の改善のための、分析と解決策の提案
- 投資計画

2.4.2 背景データベースの参照資料

報告書を作成するにあたって、以下に示した情報が活用された。

- Pre investment Study at the level of Pre F/S (*Perfil*) for the “Optimization of the Infrastructure of the Water Supply and Sewerage Systems: Sectorization, Rehabilitation of Networks and Updating of the Cadastre of the North Service Management Office – Area of Influence of the Huachipa Plant – Areas of Drainage of the Sewers: Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra and Sectors 84, 83, 85 and 212”. Development and Investigation Department – North Service Department of SEDAPAL, Nippon Koei Lac, January of 2010.
- Pre investment Study at the level of Feasibility “Optimization of the Water Supply and Sewerage Systems, Sectorization, Rehabilitation of Networks and Updating of the Cadastre – Area of Influence of the Huachipa Plant – Comas – Chillón Drainage Area”. Development and Investigation Department – North Service Department of SEDAPAL, October 2008
- “Optimization of the Water Supply and Sewerage Systems, Sectorization, Rehabilitation of Networks and Updating of the Cadastre – Area of Influence of the Huachipa Plant – Comas – Chillón ”. Development and Investigation Department –North Service Department of SEDAPAL, Caduceo Consultores S.A.. Lima, September 2007.
- 既存のネットワークの情報：材齢、材質、バルブ類
- セクター化の過程と現況に関する情報
- Definite Study for the Sectorization of the Central System of Distribution of La Atarjea Centro (Asociación Binnie & Partners- Binnie & Livesey & Asociados S.A. BLASA), which has Manuals of Operation and Maintenance for the sectorization and the SCADA System.
- 上下水道ネットワークの更新事業の情報
- 上下水道管の破損・つまり・更新・修繕の統計情報
- 運用上の問題点と考えられる原因に関する書面
- 利用者数、平均水使用量、メータ設置済み／未設置接続数、無収水量、世帯当たり平均水需要量
- セクターの図面、上下水道管の図面
- 上下水道ネットワークの施設リスト

また、診断と業務指示書に従って、次の調査が実施された。

- 上下水道施設（一次管／二次管とも）の、物理的状況、使用年数、容量、現況管理体制の評価

- 水道水供給と配水についての、現況評価
- 上下水道ネットワークの運用についての現状整理と評価

現況評価の結果に基づいて、主要な問題が明らかにされた。提案された解決策の中から、技術、社会、経済、環境の評価に基づいて、最適解が特定される。

2.4.3 法的枠組み

本事業は、水供給エリアを広げるとともに、上下水道サービスの質の改善を目的とした、公衆衛生部門の方針と戦略的目標に対応するものである。これらの方針は、Multi Annual Strategic Sectoral Plan of the Sanitation Sector for 2008-2015 (*Plan Estratégico Sectorial Multianual del Sector Saneamiento 2008-2015*)において定められた。本事業への投資は、SEDAPAL のマネジメントシステムの改善と、経済社会的能力の向上に寄与することが期待されている。これは公共投資国家システム (SNIP) の機能方針や衛生サービス通則法と合致している。

本事業は、SEDAPAL の社会的目標とも適合する。すなわち、リマとカヤオ行政区の住民に対して、上下水道サービスを提供し、供給サービスの継続性と持続性を改善するものである。この点において、提案事業は、最適化マスタープラン (PMO: *Plan Maestro Optimizado*, SEDAPAL, 2009) に定義されている企業方針に適合する。関連法規・上位計画等を以下に示す。

- a) Act N° 26338, General Law of Sanitation Services (*Ley N° 26338: Ley General de Servicios de Saneamiento*) (July/24/1994)
- b) Supreme Decree N° 023-2005-Vivienda, Regulations of the General Law of Sanitation Services, Act N° 26338 (*Decreto Supremo N° 023-2005-Vivienda Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338*) (December/1/2005)
- c) Supreme Decree N° 010-2007-Vivienda, Modifying the Regulations of the General Law of Sanitation Services (*Decreto Supremo N° 010-2007-Vivienda modificando el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento*). (April/20/2007).
- d) Supreme Decree N° 002-2008-Vivienda, Modifying Art. 103° of the Regulations of the General Law of Sanitation Services (*Decreto Supremo N° 002-2008-Vivienda Modificando el Art. 103° del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento*). (February/7/2008).
- e) Supreme Decree N° 031-2008-Vivienda, Modifying the Regulations of the General Law of Sanitation Services (*Decreto Supremo N° 031-2008-Vivienda Modificando el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento*). (November/30/2008).
- f) Act N° 28870, Law for Optimizing the Sanitation Utilities Management (*Ley N° 28870: Ley para optimizar la gestión de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento*) (August/2006)
- g) Supreme Decree N° 006.2007-EF, Regulation of Act N° 28870 of February 5th, 2007. (*Decreto Supremo N° 006.2007-EF, Reglamento de la Ley 28870 del 5 de febrero del 2007*)

- h) Law Decree N° 25965; Law for the Creation of the National Superintendence of Sanitation Services (*Decreto Ley N° 25965: Ley de Creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*) (December/19/1992).
- i) General Regulations of SUNASS, Supreme Decree N° 017-2001-PCM (*Reglamento General de la SUNASS, Decreto Supremo N° 017-2001-PCM*) (February/21/2001).
- j) Supreme Decree N° 023-2002-PCM, Modifying the General Regulations of SUNASS (*Decreto Supremo N° 023-2002-PCM, Modifican el Reglamento de la Ley General de la SUNASS*). (April/4/2002).
- k) Supreme Decree N° 035-2006-PCM, Approving the TUPA of SUNASS (*Decreto Supremo N° 035-2006-PCM, Aprueban el TUPA de la SUNASS*) (July/5/2006)
- l) Act N° 27293, Law that Creates the National System of Public Investment (*Ley N° 27293, Ley que crea el Sistema Nacional de Inversión Pública*), modified by Acts N° 28522 and 28802 of May 25th of 2005 and July 21 of 2006 respectively and the Legislative Decree N° 1005 of May 3th of 2008.
- m) Supreme Decree N° 102-2007- Regulations of the National System of Public Investment (*Decreto Supremo N° 102-2007 - Reglamento del Sistema Nacional de Inversión Pública*), of July 19th, 2007 and modified by the Supreme Decree N° 038-2009-EF (February/15/2009).
- n) Directive Resolution N° 002-2009-EF/68.01, General Directive of the National System of Public Investment (*Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01, Directiva General del Sistema nacional de Inversión Pública*) (February/15/2009).
- o) Directive Resolution N° 003-2009-EF/68.01, Complementary Orders for the Investment Phase of the Project Cycle in the Framework of the National System of Public Investment (*Resolución Directoral N° 003-2009-EF/68.01, Disposiciones complementarias para la fase de inversión del ciclo del proyecto en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública*) (March/21/2009).
- p) Directive Resolution N° 004-2009-EF/68.01, Modifying Items 23.3 and 23.4 of article 23°, Item 24.1 of article 24° and item 26.6 of article 26° of the Directive N° 001-2009-EF/68.01, General Directive of the National System of Public Investment (*Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01, Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública*) (April/15/2009).
- q) Act N° 27972; Organic Law of Municipalities (*Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades*).
- r) Ministerial Resolution 920-2008-VIVIENDA, Multi-Annual Strategic Sectoral Plan for 2008-2015 of the Ministry of Housing, Construction and Sanitation (*Resolución Ministerial 920-2008-VIVIENDA, Plan Estratégico Sectorial Multianual 2008-2015 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*) (December/31/2008).
- s) Master Plan for the Water Supply and Sewerage System of Lima and Callao for 2009-2030 (*Plan Maestro de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Lima y Callao 2009-2030*).
- t) General Management Resolution 081-2008-SUNASS-GG, Regulations for the Rendering of Sanitation Services by SEDAPAL S.A (*Resolución de Gerencia General 081-2008-SUNASS-GG, Reglamento de Prestación de Servicios de Saneamiento de la Empresa SEDAPAL S.A.*) (August/18/2009)
- u) Public Sector Indebtedness Law for 2010 Fiscal Year (*Ley de Endeudamiento del Sector Público para el Año Fiscal 2010*).

2.5 現状分析

本章では調査が実施された範囲を分析し、本プロジェクトの問題点とそれに対する解決案を提示する。

2.5.1 調査対象地域

ペルー国は 24 の県 ("Department"と呼ばれている) といずれの県にも属さない 1 つの特別州 (Province of Callao: カヤオ特別州) からなり、リマ首都圏はリマ県の中心的な地域であるリマ州 (Province of Lima) とカヤオ特別州の総称である。

調査対象地域は、そのリマ首都圏の北部に位置し、リマ上下水道公社 (SEDAPAL) 北部サービス局 (GSN) の管轄下にあるリマ北部地域 (本章第 2.1 節および第 2.4 節で述べたようにリマ北部 I、II、III、および IV の 4 地域に分割されている) のうちのリマ北部 II 地域である。

この地域はコマス区、カラバイーヨ区、ロス・オリーボス区、プエンテ・ピエドラ区、サン・マルティン・デ・ポレス区 (以上、リマ州)、カヤオ区、ベンタニーヤ区 (以上、カヤオ特別州) それぞれの一部または大部分からなる。また、その主な地域は現在建設中のワチパ浄水場の計画配水地域である。

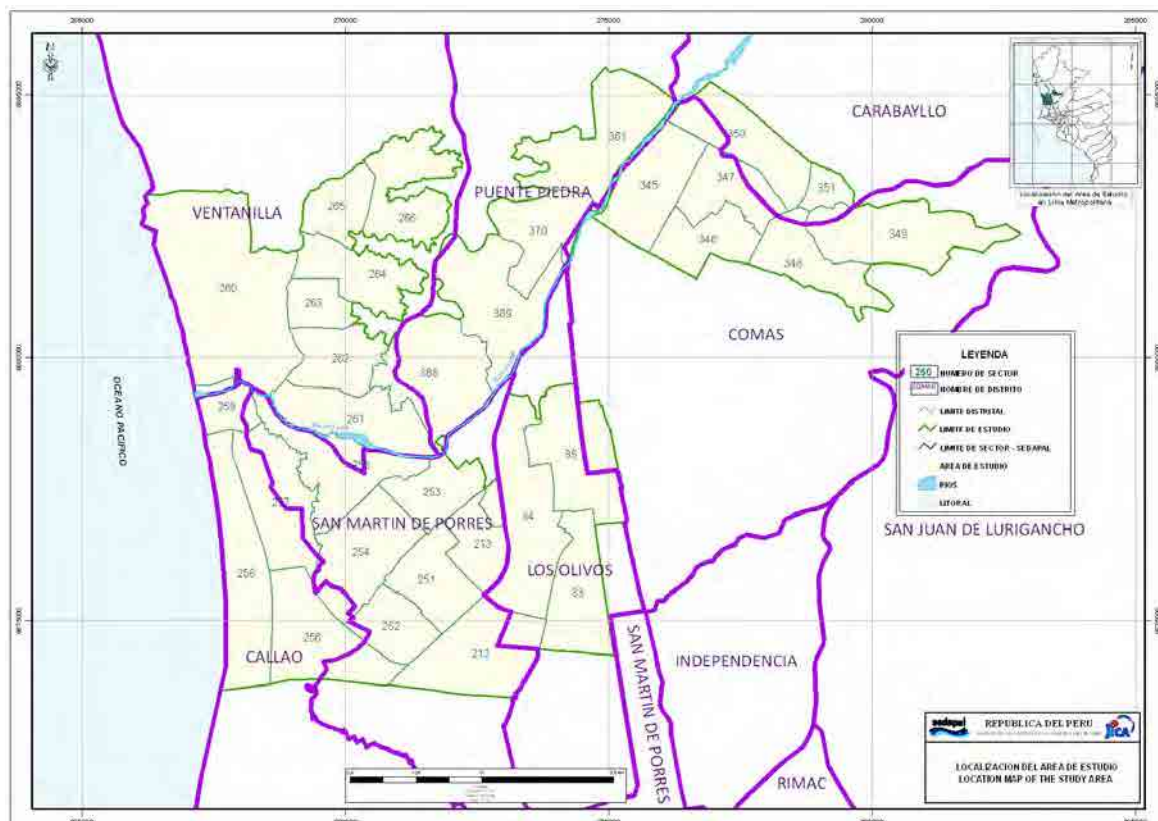
なお、調査対象地域は本プロジェクトのプレフィージビリティスタディー (Perfil) において“ワチパ浄水場の影響地域—排水処理地域—: オケンド、シンチ・ロカ、プエンテ・ピエドラ、83、84、85、212 セクター”と定義されている。

リマ北部の各地域 (I から IV) は施設や顧客情報などの管理用としてセクターと呼ばれる小地域に分割されている。図 2.5.1-1 に調査対象地域 (リマ北部 II 地域) の全体図をセクター境界線とともに示す。

調査対象地域は、UTM 座標で北が 274,930.482 から 8,685,434.462、南が 267,601.314 から 8,673,667.189、東が 282,805.503 から 8,682,343.127、西が 266,216.240 から 8,683,112.935、海拔 137m に位置している。また、同地域の中央部にはリマック川が西から東へ流れカヤオ港の北側で大洋洋に注いでいる。なお、このリマック側流域はリマ首都圏と中央アンデス地域を結ぶ最も必要なアクセス拠点となっている。

リマ市の気温は、最も暖かい 2 月の平均気温が 22.5°C、最も寒い 8 月で 15°C、平均気温は 18°C である。また、降雨は 5 月から徐々に増加していき 11 月から減少していくが岸砂漠地帯に属しているため降雨は少なく、年平均降水量は約 40 mm である。

また、湿度は年間を通して非常に高く、ホルヘ・チャベス国際空港の測候所では 73% (1997 年 7 月) から 91% (2001 年 9 月) が過去 10 年間で観測されている。この湿度は年間を通してほとんど変動がなく、季節変化もみられない。



出典：JICA 調査団

図 2.5.1-1: 調査対象地域の位置図

表 2.5.1-1 に調査対象地域を含む 7 区内にある村落、市、町など人口が集中している地域の数を示す。(データは国家統計協会 (National Statistics and Information Institute: INEI) が発行している社会および人口統計 (以下、INEI 統計) の 2007 年版による)。

このうちカラバイーヨ区には農村地域に人口が集中しているが、この農村地域の下水処理サービスは SEDAPAL の管轄外となっている。

表 2.5.1-1: 調査対象地域内にある人口集中地域

区	農村部					都市部				合計
	住宅	村落	農業共同体	その他	小計	市	町	その他	小計	
カヤオ (Callao)						1			1	1
ベンタニーヤ (Ventanilla)						1			1	1
カラバイーヨ (Carabayllo)	1	3	11	2	17		1	1	2	19
コムス (Comas)							1		1	1
ロス・オリボス (Los Olivos)						1			1	1
プエンテ・ピエドラ (Puente Piedra)							1		1	1
サン・マルティン・デ・ポレス (San Martin de Porres)						1			1	1
計	1	3	11	2	17	4	3	1	8	25

出典：国家統計情報協会 - 2007 国勢調査: XI 人口調査、VI 世帯調査

調査対象地域の地理的・社会的特性を以下に示す。

(1) カラバイーヨ区

カラバイーヨ区には、リマ北部 II 地域のうちセクター350 および 351 が属している。同区はリマ首都圏では一番大きな区で総面積は 346.88 km² (34,688 ヘクタール)とリマ首都圏の総面積の 37.3%を占めるが、土地はほとんどが農地である。したがって人口では首都圏で最も少ない地域の一つで、2007 年の INEI 統計によると 206,980 人である。なお、人口密度は 546 人/km²、人口増加率は 5.09%である。

この地区はここ数年間で最も高い経済成長率を記録しており、住宅地と農業関連の拡大の中心となっているが、都市開発により農地環境が犠牲になっているとの報告もある。

(2) コマス区

コマス区には、リマ北部 II 地域のうちセクター345、346、437、348 および 349 が属している。同区の総面積は 48.75 km²で、2007 年の INEI 統計によると人口は 486,977 人、人口密度は 9,989 人/km²、人口増加率は 1.34%である。区の大部分は既に人口密集地域となっており、山腹斜面にさえも多くの人々が居住している。この地区の経済は商業を中心としておりその成長率は上昇しているが、今後は徐々に減少していくことが予想されている。

(3) ロス・オリーボス区

ロス・オリーボス区には、北部 II 地域のうちセクター83、84、85 が属している。同区の総面積は 18.25 km²で、2007 年の INEI 統計によると人口は 318,140 人、人口密度は 17,432 人/km²、人口増加率は 2.40%で、人口は今後も増加していくものと予測されている。

(4) プエンテ・ピエドラ区

プエンテ・ピエドラ区には、北部 II 地域のうちセクター361、368、369、370 が属している。同区の総面積は 71.18 km²で、2007 年の INEI 統計によると人口は 233,602 人、人口密度は 3,281 人/km²である。人口増加率は 6.04%といまだ高い値であるが、徐々に減少してきている。

(5) サン・マルティン・デ・ポレス区

サン・マルティン・デ・ポレス区には、北部 II 地域のうちセクター212、213、251、252、253、254、255、257 が属している。同区の総面積は 36.9 km²、2007 年の INEI 統計によると人口は 579,561 人、人口密度は 15,706 人/km²であり、未だに 3.05%という高い人口増加率を保っている。

(6) カヤオ区

カヤオ区には、北部地域 II のうちセクター256、258、259 が属している。同区の総面積は 45.65 km²、2007 年の INEI 統計によると人口は 415,888 人、人口密度は 9,110 人/km²であり、人口増加率は 0.84%である。

(7) ベンタニーヤ区

ベンタニーヤ区には、北部 II のうちセクター260、261、262、263、264、265、266 が属している。同区の総面積は 73.52 km²、2007 年の INEI 統計によると人口は 277,895 人である。人口密度は 3,780 人/ km² と非常に低いながら人口増加率は 8.01% と北部地域の中で最も高く、近年発展著しい地域である。

2.5.2 人口統計

(1) 総人口と性別分布

調査対象地域の都市人口は 2,519,043 人であり、そのうち 1,238,840 人(49.2%)が男性、1,283,203 人 (50.8 %)が女性である。男性の割合が若干低く、女性 100 人に対して男性 97 人の割合である。(表 2.5.2-1 参照)

表 2.5.2-1: 性別毎の都市人口の構成 (2007 年)

地域	男女合計	男性	女性
リマ県 (Region of Lima)	8,275,823	4,047,671	4,228,152
リマ州 (Province of Lima)	7,596,058	3,708,359	3,887,699
カヤオ特別州 (Province of Callao)	876,877	430,582	446,295
カヤオ区 (Callao District)	415,888	206,078	209,810
ベンタニーヤ区 (Ventanilla District)	277,895	136,855	141,040
カラバ イーヨ区 (Carabayllo District)	206,980	102,433	104,547
コマス区 (Comaos District)	486,977	239,665	247,312
ロス・オリボス区 (Los Olivos District)	318,140	153,963	164,177
プエンテ・ピエドラ区 (Puente Piedra District)	233,602	116,937	116,665
サン・マルティン・デ・ポレス区 (San Martín de Porres District)	579,561	282,909	296,652
7 区計	2,519,043	1,238,840	1,280,203
男女比 (%)	-	49.2	50.8

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007 年) : 人口調査、世帯調査

(2) 年齢別人口

2007 年の INEI 統計によると、調査対象地域の 20 歳以下の人口比は 36.4%、20~39 歳は 35.4%、70 歳以上は 3.6% である。(表 2.5.2-2.参照)

表 2.5.2-2: 年齢毎の都市人口の構成 (2007年)

地域	合計	年代別人口 (歳)								
		0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80+
リマ県 (Region of Lima)	8,275,823	1,367,080	1,513,782	1,588,114	1,322,845	983,365	694,280	425,962	254,821	125,574
リマ州 (Province of Lima)	7,596,058	1,241,799	1,375,892	1,473,036	1,223,905	906,905	640,678	389,318	230,544	113,981
カヤオ特別州 (Province of Callao)	876,877	153,957	161,845	161,624	139,495	104,857	74,190	43,928	25,473	11,508
カヤオ区 (Callao District)	415,888	67,548	73,799	80,098	65,532	49,250	39,240	22,660	12,171	5,590
ベンタニャ区 (Ventanilla District)	277,895	59,906	59,296	51,625	44,561	31,801	17,287	7,708	4,131	1,580
カラバヨ区 (Carabaylo District)	206,980	40,415	41,693	39,068	33,894	23,407	14,693	8,214	3,950	1,646
コマス区 (Comaos District)	486,977	82,252	89,869	91,094	81,565	55,436	39,934	26,958	14,084	5,785
ロス・オリボス区 (Los Olivoso District)	318,140	50,273	57,844	65,994	50,616	38,253	27,798	16,023	7,736	3,603
プエンテ・ピエドラ区 (Puente Piedra District)	233,602	46,190	49,526	47,562	36,830	26,090	14,925	7,209	3,639	1,631
サン・マルティン・デ・ポレス区 (San Martín de Porres District)	579,561	93,707	105,177	109,553	92,772	75,559	50,015	27,281	16,978	8,519
7区合計	2,519,043	440,291	477,204	484,994	405,770	299,796	203,892	116,053	62,689	28,354
構成割合 (%)	100.00	17.50	18.90	19.30	16.10	11.90	8.10	4.60	2.50	1.10

出典： 国家統計情報協会 国勢調査 (2007年)： 人口調査、世帯調査

(3) 人口増加率

リマ州とカヤオ特別州では、1940年以來人口増加率は減少しており、1961年から1972年にかけて平均4.89%であった人口増加率は、1993年から2007年にかけては同2.04%であった。

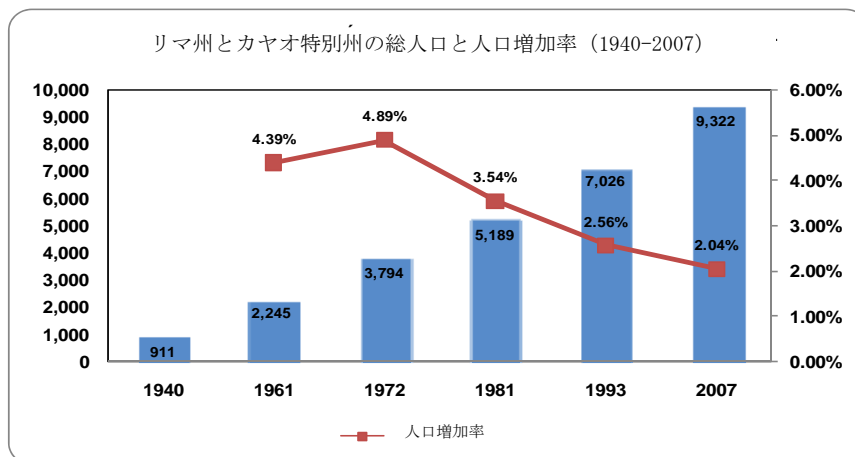
また、人口の変動は都市部と地方部では異なる挙動を示しており、過去二回の人口統計においては、都市では年2.13%の割合で増加している一方で、地方は年1.46%の割合で減少している。表2.5.2-3に各地域の人口と人口増加率を示す。

表 2.5.2-3: 国勢調査によって登録された
リマ州とカヤオ特別州の人口と人口増加率
(1940 - 2007)

統計年	人口			統計年間の増減			増減率		
	都市部	地方部	計	都市部	地方部	計	都市部	地方部	計
1940	711,441	199,144	910,585						
1961	1,957,267	287,324	2,244,591	1,245,826	88,180	1,334,006	4.94%	1.76%	4.39%
1972	3,554,367	239,428	3,793,795	1,597,100	-47,896	1,549,204	5.57%	-1.64%	4.89%
1981	4,983,357	205,933	5,189,290	1,428,990	-33,495	1,395,495	3.83%	-1.66%	3.54%
1993	6,818,052	207,985	7,026,037	1,834,695	2,052	1,836,747	2.65%	0.08%	2.56%
2007	9,152,700	169,388	9,322,088	2,334,648	-38,597	2,296,051	2.13%	-1.46%	2.04%

出典： 国家統計情報協会 国勢調査 (1972年、1981年、2007年)： 人口調査、世帯調査

図2.5.2-1にINEI統計より得られた1940年から2007年にかけての各年代の年平均人口増加率を示す。1993年から2007年にかけての年平均人口増加率は2.04%であり、この数字はそれ以前の増加率よりも低く、これは出生率の低下が主な原因として考えられる。



出典：国家統計情報協会 国勢調査（1972年、1981年、2007年）：人口調査、世帯調査

図2.5.2-1: リマ州とカヤオ特別州の総人口と人口増加率

2007年のINEI統計では調査対象地域内の都市人口は2,519,043人、世帯数は596,261戸、一世帯当たりの構成人数は4.22人である（表2.5.2-5参照）。都市部での年平均人口増加率2.96%はリマ県全体の年平均人口増加率2.11%よりも高い値となっている（表2.5.2-4参照）。

表 2.5.2-4: 調査対象地域の人口増加率

地域	時期	都市部	地方部	計
リマ県	1993	6,178,820	207,488	6,386,308
(Region of Lima)	2007	8,275,823	169,388	8,445,211
	1993-2007	2.11%	-1.44%	2.02%
リマ州	1993	5,681,941	24,186	5,706,127
(Province of Lima)	2007	7,596,058	9,684	7,605,742
	1993-2007	2.10%	-6.33%	2.07%
カヤオ特別	1993	639,232	497	639,729
(Province of Callao)	2007	876,877	0	876,877
	1993-2007	2.28%	-100.0%	2.28%
カヤオ区	1993	369,412	356	369,768
(Callao district)	2007	415,888		415,888
	1993-2007	0.85%	-100.00%	0.84%
ベンタニヤ区	1993	94,356	141	94,497
(Ventanilla district)	2007	277,895		277,895
	1993-2007	8.02%	-100.00%	8.01%
カラバレイヨ区	1993	98,492	8,051	106,543
(Carabayllo district)	2007	206,980	6,406	213,386
	1993-2007	5.45%	-1.62%	5.09%
コマス区	1993	404,352	0	404,352
(Comas district)	2007	486,977		486,977
	1993-2007	1.34%		1.34%
ロス・オリボス区	1993	228,143		228,143
(Los Olivos district)	2007	318,140		318,140
	1993-2007	2.40%		2.40%
プエンテ・ピエドラ区	1993	101,568	1,240	102,808
(Puente Piedra district)	2007	233,602		233,602
	1993-2007	6.13%	-100.00%	6.04%
サン・マルティン・デ・ポレス区	1993	378,353	2,031	380,384
(S.M. de Porres district)	2007	579,561		579,561
	1993-2007	3.09%	-100.00%	3.05%
計	1993	1,674,676	11,819	1,686,495
	2007	2,519,043	6,406	2,525,449
	1993-2007	2.96%	-4.28%	2.93%

出典： 国家統計情報協会 国勢調査（1993年、2007年）： 人口調査、世帯調査

表 2.5.2-5: 調査対象地域の都市人口と世帯数

区	人口	世帯数	世帯あたり人口	年平均増減率 (2003-2007)
カヤオ	415,888	94,931	4.38	0.84%
ベントニーヤ	277,895	81,388	3.41	8.01%
コマス	486,977	99,039	4.92	1.34%
カラハイヨ	206,980	51,332	4.03	5.09%
ロス・オリボス	318,140	76,966	4.13	2.40%
プエンテ・ピエトラ	233,602	58,453	4.00	6.04%
サン・マルティン・デ・ボレス	579,561	132,152	4.39	3.05%
計	2,519,043	596,544	4.22	2.93

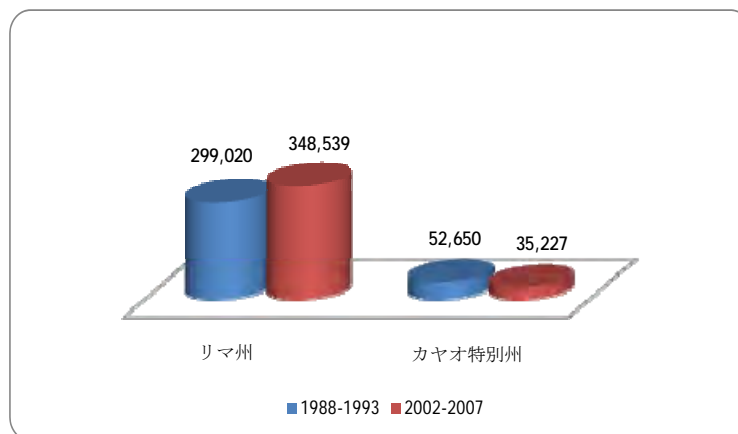
出典： 国家統計情報協会 国勢調査 (2007 年)：人口調査、世帯調査

既に述べたように調査対象地域は 7 つの区にわたり、SEDAPAL が設定した 32 のセクターより構成されている。調査対象地域の人口は 2007 年の時点で 592,399 人であり（リマ上下水道公社データベース参照）、一世帯当たりの人数は 4.28 人である。また、調査対象地域の人口は 7 区の全人口の 23.52% である。

(4) 人口移動

リマ州は人口移動が盛んな地域で、ペルー国内の人口移動の半分以上はリマ州に流入するものである。

人口移動の収支は地域レベルでの人口増加、人口減少の形で現れる。2007 年の INE 統計によるとリマ州とカヤオ特別州の両方で流入が流出を上回っていることがわかった（人口移動数はそれぞれ 348,539 人と 35,227 人である）。また、1993 年も同様に人口の流入が流出を上回っている（図 2.5.2-2 参照）



出典： 国家統計情報協会 国勢調査 (2007 年)：人口調査、世帯調査

図 2.5.2-2: リマ州とカヤオ特別州の人口移動数

(5) 他の人口要因

1) 出生率 (1000 人当たり年間出生者数)

1000 人当たりの出生率は 1993 年に 27.3 であったが、2003 年には 22.8 にまで減少している。これは社会政策として過去数年間で強く推進されている国家的な家族計画プログラムの結果であると考えられる。このプログラムは国民の家族計画に關す

る知識を啓発するために MINSA と ESSALUD によって実施されたもので、これにより 1995 年から 2015 年にかけてリマ州では出生率が 19.3 から 15.2 にまで減少することが予測されている。

2) 死亡率 (1000 人当たり年間死亡者数)

INEI 統計によると死亡率はリマ州において若干の増加傾向にあり、2015 年には 4.1 から 5.2 にまで増加することが予想されている。但し、この割合は 2005 年におけるペルー全体での死亡率 6.2 よりも小さい。

3) 平均寿命

リマ州の平均寿命は 1995 年から 2005 年にかけて 76.8 歳から 78.4 歳にまで上昇した。INEI は、生活環境の向上の結果平均寿命は 2015 年までに 79.0 歳まで上昇すると予想しており、この平均寿命はペルー全体の平均寿命 68.5 歳よりもはるかに高い。

2005 年に PNUD が実施した調査によると、カヤオ特別州は最も平均寿命が高く (77.0 歳) プエンテ・ピエドラ区は平均寿命が最も低い (75.2 歳) (表 2.5.2-6 参照)。両区を含め区ごとの平均寿命をみると、地域の社会経済レベルと密接な関係にあることがわかる。

表 2.5.2-6: 平均寿命 (2005 年)

地域	人口	平均寿命 (歳)
リマ県 (Region of Lima)	7,819,436	75.8
リマ州 (Province of Lima)	7,007,388	76.0
カヤオ特別州 (Province of Callao)	810,568	76.5
カヤオ区 (Callao District)	389,579	77.0
ベンタニヤ区 (Ventanilla District)	243,526	75.4
カラバイーヨ区 (Carabayllo District)	188,764	75.6
コマス区 (Comaos District)	451,537	76.3
ロス・オリボス区 (Los Olivos District)	286,549	76.6
プエンテ・ピエドラ区 (Puente Piedra District)	203,473	75.2
サン・マルティン・デ・ポレス区 (San Martín de Porres District)	559,367	76.2

出典: 国連開発計画人間開発報告書 (2006 年、ペルー)

表 2.5.2-7 に INEI からの情報を基にした 5 年毎の主な人口指標を示す。

表 2.5.2-7: リマ州とカヤオ特別州における 5 年毎の人口統計学的指標

指標	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
生産性指標				
年平均出生数	138,014	138,179	138,524	138,126
平均出生率	2.1	1.9	1.8	1.8
1000 人当たりの年間出生数	19.3	17.7	16.4	15.2
損指標				
年平均死亡数	29,553	34,769	40,713	47,300
1000 人当たりの年間死亡率	4.1	4.5	4.8	5.2
1000 人当たりの乳児死亡率	19.0	17.0	16.0	14.0
平均寿命	76.8	77.7	78.4	79.0

出典: 国家統計情報協会

2.5.3 住環境の特徴

(1) 住居数

2007 年の国勢調査によると、調査対象地域の住居数は 594,261 戸であった（表 2.5.3-1. 参照）。

表 2.5.3-1: 都市部住居数（2007 年）

区	住居数
カヤオ区	94,931
ベントニヤ区	81,388
コマス区	99,039
カラハイヨ区	51,332
ロス・オリボス区	76,966
プエンテ・ピエトラ区	58,453
サン・マルティン・デ・ポレス区	132,152
計	594,261

出典：JICA 調査団

表 2.5.3-2 に 2007 年時点の各セクターにおける街区（道路に囲まれた住居等の一群。ブロックと呼ばれることもある）数と住居数を示す。調査地域周辺の地区では 8,986 街区中に 140,639 住居がある。

表 2.5.3-2: 調査地域内の各セクターの
街区数と住宅区画数

セクター	街区数	住居数
83	540	9,204
84	615	14,102
85	409	7,414
212	421	9,510
213	287	4,915
251	339	7,477
252	171	3,765
253	291	5,277
254	413	6,599
255	112	1,023
256	509	9,160
257	118	1,174
258	33	75
259	200	3,371
260	35	175
261	81	735
262	33	154
263	32	127
264	49	271
265	30	253
266	35	403
345	205	3,191
346	312	6,267
347	198	3,453
348	292	3,776
349	795	9,144
350	525	7,700
351	184	1,666
361	240	3,919
368	706	7,991
369	487	7,112
370	199	1,236
計	8,896	140,639

出典: 国家統計情報協会 国勢調査（2007年）: 人口調査、世帯調査

(2) 住居の形態

調査対象地域内の住居は 21.6%が借家であり、6.7%は完全には返済が終了していない持家、71.7%は所有権を有している持家である。ベンタニーヤ区では多くの世帯（83.7%）が所有権を有している持家に居住しているが、一方、ロス・オリーボス区では借家の割合が高く、またカラバイーヨ区では返済が終了していない持家の割合が非常に高い。

表 2.5.3-3: 住居の形態

区	貸家	返済が終了していない持家	所有権を有する持家	計
カヤオ	25.5%	5.4%	69.1%	100.0%
バンタニヤ	8.1%	8.2%	83.7%	100.0%
コマス	10.5%	12.5%	76.9%	100.0%
カラハイヨ	18.4%	4.1%	77.5%	100.0%
ロス・オリボス	32.6%	4.3%	63.1%	100.0%
プエンテ・ピエトラ	11.7%	10.6%	77.7%	100.0%
サン・マルティン・デ・ポレス	28.1%	6.8%	65.1%	100.0%
計	21.6%	6.7%	71.7%	100.0%

出典： 国家統計情報協会 国勢調査（2007年）：人口調査、世帯調査

(3) 住居の建築材料

表 2.5.3-4 に住居を構成している主な建築材料を示す。住居の 77.5%はレンガもしくはセメントブロックで構成されており、サン・マルティン・デ・ポレス区はその傾向が最も高い地域となっている（92.9%）。

表 2.5.3-4: 住居の建築材料

種類	カヤオ	バンタニヤ	カラハイヨ	コマス	ロス・オリボス	プエンテ・ピエトラ	サン・マルティン・デ・ポレス	計
壁材	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
レンガ、セメントブロック	82.3%	37.2%	66.6%	88.8%	88.0%	61.6%	92.9%	77.5%
木材	9.8%	52.7%	13.4%	6.4%	1.5%	24.2%	3.6%	13.9%
日干しレンガ、泥レンガ	3.5%	3.6%	12.7%	2.1%	8.5%	6.7%	2.2%	4.7%
藁、竹	0.2%	4.5%	5.2%	1.4%	0.2%	4.7%	0.5%	1.9%
その他	4.2%	1.9%	2.1%	1.3%	1.9%	2.7%	0.8%	2.0%
床材	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
セメント	58.8%	54.1%	51.4%	62.4%	52.8%	52.6%	58.1%	56.6%
タイル、テラゾ	24.5%	6.2%	10.3%	20.2%	27.0%	6.9%	26.0%	19.2%
床材なし	9.1%	33.1%	35.4%	13.7%	10.3%	39.4%	9.0%	18.2%
寄せ木、フローリング	4.8%	0.7%	1.6%	2.0%	7.5%	0.3%	5.3%	3.6%
その他	2.9%	5.9%	1.4%	1.6%	2.5%	0.9%	1.5%	2.4%

出典： 国家統計情報協会 国勢調査（2007年）：人口調査、世帯調査

(4) 公共サービス

上下水道以外の公共サービスについては、調査対象地域では 94.5%の家庭に電気が供給されている。

また、料理に使用する燃料の種類は、ほとんどの家庭ではガスが用いられ（87.8%）、次いで灯油（4.4%）、薪（1.6%）、石炭（1.3%）、電気（1.8%）、その他（3.1%）、となっている。

表 2.5.3-5: 公共サービスへのアクセス可能率 (%)

サービス	カヤオ	バンタニヤ	カラパイヤ	コマス	ロス・オリボス	プエンテ・ビエトラ	サン・マルティン・デ・ボレス	計
電気	97.6	83.9	86.4	97.1	99.5	90.2	98.1	94.5
固定電話	55.2	32.1	37.0	51.9	55.6	33.3	54.5	48.2
燃料	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ガス	87.7	82.4	84.3	88.3	90.7	86.2	90.7	87.8
薪	0.6	4	3.7	0.9	0.6	3.5	0.6	1.6
石油	5.4	7.1	5.8	4.7	2	4.7	2.6	4.4
石炭	0.5	2.3	2.6	1.8	0.8	1.9	0.6	1.3
電気	2.6	1.4	1.3	1.5	2	1	2.2	1.8
その他	3.2	2.8	2.3	2.8	3.9	2.7	3.3	3.1

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007 年) : 人口調査、世帯調査

2.5.4 社会的特性

(1) 衛生

1) 乳幼児死亡率

乳幼児死亡率は保護等を重点的に行うべき最も脆弱な人口集団を特定するための重要な指標で、WHO の区分によれば 1000 出産当たりの乳幼児死亡率 (1 歳以下) が 100 以上では“乳幼児死亡率が非常に高い”、60 から 99.9 では“乳幼児死亡率が高い”、30 から 59.9 では“乳幼児死亡率が中程度”、30 以下ならば“乳幼児死亡率が低い”と定義される。

2000 年の衛生調査 (ENDES) では都市部における乳幼児死亡率は 28 であったが、2004-2006 年の衛生調査では、約 21 にまで減少している (表 2.5.4-1 参照)。リマ首都圏での乳幼児死亡率は 14、残りの沿岸部では 22 であった。

表 2.5.4-1: 条件毎の乳児死亡率 (2004-2006 年)

	出生時の乳児死亡率 (MN)	出生後の乳児死亡率 (MPN)	早期幼児死亡率 (${}_1q_0$)	非早期幼児死亡率 (${}_4q_1$)	乳幼児死亡率 (${}_5q_0$)
リマ首都圏	11.3	5.8	17.1	3.8	20.8

出典: 2004-2006 EDES

2) 医療施設

リマ州には 680 の医療施設があり、その内訳は診療所 428、診療センター 228、病院 24 となっている¹。そのうち調査対象地域には診療所が 35、診療センターが 80、病院が 4 つである。また、医療施設数が多いのはカヤオ区とコマス区である (表 2.5.4-2.参照)。

¹ ここでいう診療所とは主に地方部に存在する小規模な医療施設、診療センターとは主に都市部に存在する小規模な医療施設を指す。

表 2.5.4-2: 病院、診療センター、診療所 (2008 年)

地域	診療所	診療センター	病院	計
リマ県 (Region of Lima)	428	228	24	680
リマ州 (Province of Lima)	171	175	17	363
カヤオ特別州 (Province of Callao)	2	51	3	56
カヤオ区 (Callao District)	1	31		32
ベンタニャ区 (Ventanilla District)	1	14	1	16
カラバイーヨ区 (Carabayllo District)	7	4		11
コマス区 (Comaos District)	10	13	1	24
ロス・オリボス区 (Los Olivos District)	6	5		11
プエンテ・ピエドラ区 (Puente Piedra District)	1	6	1	8
サン・マルティン・デ・ポレス区 (San Martín de Porres District)	9	7	1	17

出典: 保健省

3) 医療従事者

リマ県には 30,632 名の医療従事者がおり、12,071 名が医師(39.4 %)、11,725 名が医療スタッフ(38.3 %)、6,836 名が総合職・一般職スタッフ (22.3%) という構成となっている (表 2.5.4-3 参照)。

このうち調査対象地域およびその周辺にはリマ県全体の 16.5%にあたる 1,997 名の医師がおり、加えて、1,758 名の医療スタッフ (15.0%)、1,785 名の総合職・一般職スタッフ (15.0%) が医療に従事している。

表 2.5.4-3: 医療施設に勤務する保健省のスタッフ構成 (2007 年)

Staff	県	州	州	区						
	リマ	リマ	カヤオ	カヤオ	ベンタニーヤ	カラバイーヨ	コマス	ロス・オリボス	プエンテ・ピエドラ	サン・マルティン・デ・ポレス
内科医	4,731	3,993	579	80	84	19	209	44	90	248
看護師	3,517	3,017	408	36	31	22	87	32	45	245
歯科医	608	497	73	27	15	7	23	22	13	27
産婦人科医	1,306	1,076	146	42	38	17	54	35	38	42
精神科医	313	306	57	11	4	1	9	15	5	31
栄養士	159	118	20	3	3	1	4	3	1	7
薬剤師	191	177	23	5	1	0	3	6	3	10
その他	1,246	1,147	271	38	14	0	48	11	17	71
小計	12,071	10,331	1,577	242	190	67	437	168	212	681
技術員、サポート スタッフ、アシスタント	11,725	10,368	617	186	94	74	431	100	144	729
その他	6,836	5,738	1,481	126	32	37	413	63	155	448
合計	30,632	26,437	3,675	554	316	178	1,281	331	511	1,858

出典: 保健省統計年鑑 2007

4) 疫学的特性

2007 年と 2008 年にカラバイーヨ区、コマス区、ロス・オリボス区、プエンテ・ピエドラ区、サン・マルティン・デ・ポレス区でおこなわれたリマ医療機関の疫学的調査、およびカヤオ区、ベンタニーヤ区でおこなわれたカヤオ地域医療機関の疫学的調査によると、調査対象地域での主な疾病には口腔感染症、腸内細菌感染症から引き起こされる重度の呼吸器疾患と軽度の呼吸器疾患、軽度の慢性呼吸器疾患、その他の疾病が挙げられている (表 2.5.4-4、表 2.5.4-5 参照)。

安全な水の確保が難しい地域では高確率で腸内細菌感染症が発生する傾向にあり、調査対象地域の 4%はこのような状況にある。特にカヤオ区、ベンタニーヤ区に限っては腸内細菌感染症の疾病率が高く、2007 年は 6.4%、2008 年では 3.4%であった。

深刻な下痢は 5 歳以下の子どもの死亡原因となり、最も主要な原因は安全な水の欠乏と下水処理施設の未整備にある。表 2.5.4-6 に調査対象地域での下痢の発生傾向を示す。住民 1000 人当たりの病気の発生頻度はカヤオ特別州 (301.2) を除いては 2008 年のペルー国平均よりも低くなっている (表 2.5.4-6.参照)。

表 2.5.4-4: 外部医療機関の調査による 2007 年、2008 年の主な疾病要因
(カラバイーヨ区、ロス・オリボス区、プエンテ・ピエドラ区、
サン・マルティン・デ・ポレス区、コマス区)

番号	疾病要因	2007 年	%	2008 年	%
1.	重度の呼吸器疾患	251,936	17.3%	270,805	18.1%
2.	骨格、間接系疾患	90,203	6.2%	101,546	6.8%
3.	皮膚疾患、皮下疾患	94,473	6.5%	100,633	6.7%
4.	消化器系疾患	82,369	5.6%	92,532	6.2%
5.	虫歯、歯周病	107,492	7.4%	89,292	6.0%
6.	軽度の呼吸器疾患	67,563	4.6%	75,239	5.0%
7.	女性の生殖器疾患	60,621	4.2%	64,565	4.3%
8.	精神疾患	64,680	4.4%	58,604	3.9%
9.	腸内感染症	52,390	3.6%	55,327	3.7%
10.	尿路疾患	48,796	3.3%	54,617	3.7%
11.	その他	538,729	36.9%	529,771	35.5%
	合計	1,459,252	100.0%	1,492,931	100.0%

出典: リマ市保健機構疫学局 2010 年 5 月

表 2.5.4-5: 外部医療機関の調査による 2007 年、2008 年の主な疾病要因
(カヤオ区、バンタニーヤ区)

番号	疾病要因	2007 年	%	2008 年	%
1.	重度の呼吸器疾患	143,018	33.8%	137,810	32.2%
2.	口腔感染症	67,801	16.0%	75,800	17.7%
3.	慢性呼吸器疾患	20,032	4.7%	18,398	4.3%
4.	その他の呼吸器疾患	19,730	4.7%	18,109	4.2%
5.	腸内感染症	27,016	6.4%	14,722	3.4%
6.	尿路疾患	8,307	2.0%	10,930	2.6%
7.	皮膚疾患	7,339	1.7%	7,862	1.8%
8.	その他	129,940	30.7%	144,229	33.7%
	合計	423,183	100%	427,860	100%

出典: カヤオ区保健機構疫学局 2010 年 5 月

現在、調査対象地域の衛生重点地域では幼児と妊婦の健康に重点が置かれているが、依然として医療機器の不足、メンテナンス費用の不足、医療機関への緊急アクセスの悪さ、などの欠点を抱えている。

表 2.5.4-6: 5歳以下の乳幼児の下痢の発生数と感染率(1000人当たり)

区	2007		2008	
	件数	感染率	件数	感染率
カラバ・イーヨ	3,780	206.9	4,014	212.1
コマス	6,526	155.3	6,371	151.7
ロス・オリボス	5,663	215.5	4,747	179.5
プエンテ・ピエドラ	3,260	162.7	2,780	132.8
サン・マルティン・デ・ポレス	6,787	138.9	6,088	122.8
カヤオおよびベントニヤ	22,676		16,466	301.2
ペルー国全体		449.7		251.6

出典: リマ市保健機構疫学局、カヤオ区保健機構疫学局 2010年5月

(2) 教育

1) 非識字率

INEI は教育の向上度を調べるために非識字率を調査しているが、2005年のリマ州の非識字率は3.2%であり、これは国内平均の8.1%よりも低い値である。また、INEIはこの値が2015年には2.4%まで下がると予想している(表2.5.4-7参照)。

表 2.5.4-7: リマ州の非識字率(1995-2015年)

調査		ペルー国	リマ州	%
1995	非識字者	1,679,061	172,824	10.3
	非識字率	11.1	3.6	
2000	非識字者	1,581,947	171,873	10.9
	非識字率	9.3	3.2	
2005	非識字者	1,550,779	171,400	11.1
	非識字率	8.1	3.2	
2010	非識字者	1,563,854	171,422	11.0
	非識字率	7.3	2.6	
2015	非識字者	1,606,050	172,832	10.8
	非識字率	6.9	2.4	

出典: 国家統計情報協会 国勢調査(2007年): 人口調査、世帯調査

また、2007年の第6期人口調査および第4期住宅調査によると、調査対象地域では非識字率が6.8%であり、最も高いベントニヤ区では7.3%、最も低いロス・オリボス区では5.8%であった(表2.5.4-8)。

表 2.5.4-8: 調査対象地域の識字状況

地域	非識字率 (%)	計	年代 (歳)							
			3 to 4	5 to 9	10 to 14	15 to 19	20 to 29	30 to 39	40 to 64	65 +
カヤオ区		395,154	14,544	32,270	36,228	37,571	80,098	65,532	101,536	27,375
識字者		369,742		26,477	35,995	37,381	79,724	65,191	99,717	25,257
非識字者	6.4	25,412	14,544	5,793	233	190	374	341	1,819	2,118
ペンタニヤ区		259,522	12,715	28,818	31,026	28,270	51,625	44,561	53,532	8,975
識字者		237,317		23,432	30,799	28,139	51,309	44,123	51,810	7,705
非識字者	8.6	22,205	12,715	5,386	227	131	316	438	1,722	1,270
カライヨ区		201,009	8,711	20,629	21,918	21,123	40,252	34,850	44,137	9,389
識字者		184,746		17,291	21,789	21,008	39,976	34,454	42,464	7,764
非識字者	8.1	16,263	8,711	3,338	129	115	276	396	1,673	1,625
コス区		462,396	17,269	40,402	44,582	45,287	91,094	81,565	110,699	31,498
識字者		431,481		33,943	44,363	45,067	90,710	81,123	108,308	27,967
非識字者	6.7	30,915	17,269	6,459	219	220	384	442	2,391	3,531
ロス・オリボス区		302,442	10,521	24,054	26,665	31,179	65,994	50,616	75,526	17,887
識字者		284,780		20,350	26,515	31,044	65,745	50,387	74,350	16,389
非識字者	5.8	17,662	10,521	3,704	150	135	249	229	1,176	1,498
プエンテ・ピエドラ区		219,471	9,720	22,339	24,303	25,223	47,562	36,830	45,191	8,303
識字者		201,335		18,696	24,145	25,107	47,265	36,447	43,210	6,465
非識字者	8.3	18,136	9,720	3,643	158	116	297	383	1,981	1,838
サン・マルティン・デ・ポレス区		551,526	19,493	46,179	50,575	54,602	109,553	92,772	140,973	37,379
識字者		518,704		39,030	50,323	54,337	109,147	92,280	139,004	34,583
非識字者	6.0	32,822	19,493	7,149	252	265	406	492	1,969	2,796
計		2,391,520	92,973	214,691	235,297	243,255	486,178	406,726	571,594	140,806
識字者		2,228,105		179,219	233,929	242,083	483,876	404,005	558,863	126,130
非識字者	6.8	163,415	92,973	35,472	1,368	1,172	2,302	2,721	12,731	14,676

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007年) : 人口調査、世帯調査

2) 就学率

教育の向上度を測るもう一つの指標として就学率 (学齢期の児童がどの程度の割合で学校に通っているか) が挙げられる。

学齢期の子どもとは 3 歳から 24 歳の子どもを指す。ペルー国の法律では 3 歳から 5 歳の子どもは幼稚園、6 歳から 11 歳の子どもは小学校、12 歳から 16 歳の子どもは中学校で教育を受けることが義務化されている。また、17 歳から 24 歳の子どもは様々な高等教育機関で教育を受けることが望ましいとされている。

2007 年の INEI 統計によると、リマ州では学齢期の子どものうち 2,380,755 人が学校に通っており、そのうち 12.4% は 3 歳から 5 歳、34.2% は 6 歳から 11 歳、29.3% は 12 歳から 16 歳、24.1% は 17 歳から 24 歳である。また、カヤオ特別州では 248,618 人の子どもが学校に通っており、13.6% は 3 歳から 5 歳、35.4% は 6 歳から 11 歳、30.0% は 12 歳から 16 歳、21.0% は 17 歳から 24 歳である。

3) 学校中退率

学校中退率は“学位を取得する前に、教育を受けることを1年以上断念している生徒の割合”として定義され、ペルー国全体では2005年で男女合わせて4%となっている。また、2007年のINEI統計によるとリマ地域では5.3%、リマ州では5.4%、カヤオ特別州では5.2%となっている。

4) 教育インフラ

リマ県には18,658の学校が存在しており、そのうち公立学校が7,192(42.4%)、私立学校が10,746(57.6%)となっている。また、リマ県の学校のうち29.7%が調査対象地域内にある(表2.5.4-9参照)。

2008年の在籍生徒は2,364,840人、専任教師は140,713人であり、教師一人に対して生徒17人という割合である。また、クラス数は105,369である。

5) 教育レベル(教師、生徒、クラス)

教育に関する統計によると、特別養護学校が24校(4%)、幼稚園が2,717校(49.0%)、小学校が1,703校(30.7%)、中学校が953校(17.2%)、専門学校が114校(2.1%)、高等教育機関が37校(0.7%)となっている。

表 2.5.4-9: 教育機関数 (2008年*)

区	公立	%	私立	%	計
リマ県 (Region of Lima)	7,912	42.4	10,746	57.6	18,658
リマ州 (Province of Lima)	648	37.2	1,094	62.8	1,742
カヤオ特別州 (Province of Callao)	273	36.2	481	63.8	754
カヤオ区 (Callao District)	303	48.6	321	51.4	624
ベンタニャ区 (Ventanilla District)	5,523	35.3	10,127	64.7	15,650
カラバイーヨ区 (Carabayllo District)	218	41.9	302	58.1	520
コマス区 (Comaos District)	371	35.5	674	64.5	1,045
ロス・オリボス区 (Los Olivos District)	193	26.7	530	73.3	723
プエンテ・ピエドラ区 (Puente Piedra District)	274	45.8	324	54.2	598
サン・マルティン・デ・ポレス区 (San Martín de Porres District)	290	22.6	994	77.4	1,284
7区計	1,922	34.6	3,626	65.4	5,548

出典: 教育省

調査対象地域では2008年時点で5,548の教育機関があり、公立学校が34.6%、私立学校が65.4%である(表2.5.4-9参照)。

また、調査対象地域を含む7区内の2008年における在籍生徒は653,454人、専任教師は37,114人である。教員1人に対する生徒の割合は18、障害児の割合は7、専門学校生徒の割合は22となっている。また、クラス数は29,697で1クラスあたりの生徒数は平均22人である(表2.5.4-11参照)

表 2.5.4-10: 学校数、クラス数、生徒数、教員数（特別養護学校、幼稚園、専門学校、小学校、2008年*）

地域	特別養護学校				幼稚園				専門学校				小学校			
	学校数	クラス数	生徒数	教員数	学校数	クラス数	生徒数	教員数	学校数	クラス数	生徒数	教員数	学校数	クラス数	生徒数	教員数
リマ県	129	816	9,305	1,493	8,927	19,130	381,028	20,664	685	4,231	118,195	5,922	5,416	45,964	928,014	51,107
リマ州	105	648	8,253	1,363	7,554	16,820	336,030	18,761	575	3,666	105,729	5,159	4,417	38,500	816,064	44,534
コマス区	3	20	443	59	507	1,100	21,056	1,047	36	124	2,957	183	322	2,672	52,782	2,788
カラバ ^o イ ^o ヨ区	2	10	154	28	276	493	10,113	448	6	24	500	28	150	1,253	25,302	1,249
ロス ^o オリ ^o ホ ^o ス区	3	35	452	55	327	758	14,673	849	24	143	5,777	224	218	1,833	37,555	2,081
プ ^o エンテ ^o ・ヒ ^o エト ^o ラ区	4	69	163	28	321	537	10,728	477	7	18	1,179	52	168	1,391	30,106	1,424
サン ^o マルティン ^o ・テ ^o ・ホ ^o レス区	4	27	302	50	579	1,427	23,331	1,478	15	153	3,720	214	442	3,204	55,410	3,501
カヤオ特別州	12	123	1,327	205	878	2,072	42,196	2,232	31	240	8,566	312	522	4,590	98,401	5,158
カヤオ区	3	22	160	29	372	956	19,536	1,041	18	173	6,013	210	220	1,942	41,446	2,202
ハンタニヤ区	5	30	183	24	335	603	14,315	590	8	32	1,052	52	183	1,666	36,924	1,803
7区計	24	213	1,857	273	2,717	5,874	113,752	5,930	114	667	21,198	963	1,703	13,961	279,525	15,048

出典: 教育省

学校数、クラス数、生徒数、教師数（中学校、高等教育機関、2008年*）

地域	中学校				高等教育機関				計			
	学校数	クラス数	生徒数	教員数	学校数	クラス数	生徒数	教員数	学校数	クラス数	生徒数	教員数
リマ県	3,236	30,126	781,758	51,721	265	5,102	146,540	9,806	18,658	105,369	2,364,840	140,713
リマ州	2,766	26,243	691,309	44,696	233	4,876	140,877	9,244	15,650	90,753	2,098,262	123,757
コマス区	172	1,779	49,257	2,872	5	93	1,894	171	1,045	5,788	128,389	7,120
カラバ ^o イ ^o ヨ区	84	682	17,388	1,041	2	14	322	27	520	2,476	53,779	2,821
ロス ^o オリ ^o ホ ^o ス区	142	1,362	37,306	2,187	9	106	3,412	257	723	4,237	99,175	5,653
プ ^o エンテ ^o ・ヒ ^o エト ^o ラ区	95	852	22,923	1,264	3	30	392	37	598	2,897	65,491	3,282
サン ^o マルティン ^o ・テ ^o ・ホ ^o レス区	236	1,832	42,483	3,076	8	87	2,846	196	1,284	6,730	128,092	8,515
カヤオ特別州	299	2,837	76,306	4,940		94			1,742	9,956	226,796	12,847
カヤオ区	135	1,208	31,766	2,113	6	33	841	102	754	4,334	99,762	5,697
ハンタニヤ区	89	894	25,937	1,511	4	10	355	46	624	3,235	78,766	4,026
7区計	953	8,609	227,060	14,064	37	373	10,062	836	5,548	29,697	653,454	37,114

出典: 教育省

表 2.5.4-11: 学校数、クラス数、生徒数、教員数 (2008年*)

学校の種別	学校数	クラス数	生徒数	教員数	教員1人あたり生徒数	1クラスあたり生徒数
7区計	5,548	29,697	653,454	37,114	18	22
特別養護学校	24	213	1,857	273	7	9
幼稚園	2,717	5,874	113,752	5,930	19	19
専門学校	114	667	21,198	963	22	32
小学校	1,703	13,961	279,525	15,048	19	20
中学校	953	8,609	227,060	14,064	16	26
高等教育機関	37	373	10,062	836	12	27

出典: 教育省 - 学校教育に関する統計

(3) 貧困

INEIの2007年の貧困に関する技術報告書¹では、ペルーにある各1,832区での一人当たりの基本的要求と支出に焦点を当てた貧困マップが掲載されている。このマップは2007年の人口と住宅に関する国政調査と2007年の世帯数調査(ENAHO)の情報を基にして作成され、特定地域の貧困原因を図る指標を決定するために用いられている。

貧困とは、生活最低水準を下回っている、もしくは必要最小限の食糧を確保することができない状況を指し、そのような状況に置かれている人々を貧困層という。貧困ラインとはその生活最低水準を維持するための費用であるが、都市部ではこの値は一人あたり一カ月445.8ヌエボ・ソルとなっており、月あたりの支出がこの値を下回る人々を貧困層と定義することができる。

表2.5.4-12にリマ首都圏の一人あたり1カ月の支出額を示す。同首都圏の平均支出は526.6ヌエボ・ソルであるが、調査対象地域の7区では貧困層が人口の22.4%を占めており、1%は極貧層となっている。カラバイーヨ区(2.5%)とプエンテ・ピエドラ区(2.0%)は極貧層が他の地域と比べて高い(表2.5.4-13)。

¹ 出典: "Poverty in Perú in year 2009" Technical Report - 国家統計情報協会

表 2.5.4-12: 一人当たり一カ月の支出額
(2007年、リマ首都圏の物価基準)

地域	2007年支出額 (S/.)	2007*年支出額 (S/.)	割合比較 2007*/2007
ペルー国全体	352.2	352.6	0.1
都市部	445.3	445.8	0.1
農村地域	178.8	178.8	0.0
項目			
リマ首都圏	523.4	526.6	0.6
その他の都市部	382.6	380.9	-0.5
農村地域	178.8	178.8	0.0
地域			
沿岸 (都市部)	404.8	396.6	-2.0
沿岸 (農村地域)	251.9	252.0	0.1
アンデス地方 (都市部)	381.3	384.2	0.8
アンデス地方 (農村地域)	160.5	160.5	0.0
ジャングル (都市部)	321.4	328.7	2.3
ジャングル (農村地域)	185.8	185.9	0.1
リマ首都圏	523.4	526.6	0.6

* 2001年から2006年にかけて形成された新しい地域は含んでいない。

出典: 国家統計情報協会 - 2007 National Household Survey - ENAHO.

表 2.5.4-13: 地域レベルでの貧困層の分布 (2007年)

区	人口	貧困層の割合 %			非貧困層 の割合 (%)	貧困 層 順位
		計	極貧	貧困		
カヤオ区	422,532	16.4	0.2	16.2	83.6	1,762
ベンタニヤ区	282,335	29.2	0.6	28.6	70.8	1,577
カラハイヨ区	215,065	29.7	2.5	27.2	70.3	1,567
コマス区	490,809	19.3	0.7	18.6	80.7	1,733
ロス・オリボス区	320,643	15.9	0.7	15.2	84.1	1,769
プエンテ・ピエトラ区	235,441	31.1	2.0	29.1	68.9	1,532
サン・マルティン・デ・ポレス区	584,123	15.1	0.5	14.6	84.9	1,776
7区計	2,550,948	22.4	1.0	21.4	77.6	

出典: 国家統計情報協会 - Technical Demographic and Social Indicator Office, Feb., 2009

(4) 交通機関へのアクセス

調査対象地域内の各区は首都圏の中心地域とは離れているため多くの人々が通勤、通学、その他の理由でリマ中央部へ移動しており、その平均移動時間は片道 40 分である。最もよく使われる交通手段はバスなどの公共交通機関であり、80%以上の割合を占めている。

7区を通る既存の道路網は主にリマ中心街 (リマ北部地域の南方、リマ中部地域) およびアルヘンティナ通りと海岸線を含む都市西部へと向かっているが、7地区と残りの都市

部を結ぶ道路は今のところ北パンアメリカン道路とツパック・アマル道路の2本しかなく、都市の流通基盤としては不十分である。

各区内の交通機関（バス、タクシー等）は住宅地から同一区内市街地へのアクセス手段として十分に機能しており、区内の移動はスムーズである。

調査対象地域の東部と西部は道路が不連続なためにアクセスが非常に悪い。ツパック・アマル通り（デ・ラ・プンテ、カラバイーヨ、ホンデュラス、メヒコ）に達する100m手前で途切れてしまう幅20mの道路が4本あり、高地と中央部とチャクラセロ・セクターを直接つなぐ道路は建設されていない。標高が高い丘陵地では用地確保の問題があり、14m以上広い道路を建設することができない。

短距離間での交通手段には3輪オートリクシャーと乗り合いタクシー、という2つの方法がある。歩行者専用道路は特に高地やチャクラセロ・セクターでは確保されていないか、もしくは機能しておらず、歩行者は車道もしくはごみごみとした路肩を歩かなければならない。また、施工の粗悪な歩道は既に物売りなどによって占拠され機能していないこともしばしばである。

舗装の状況は窪みやアスファルトの剥離など劣悪な箇所が多くみられ、渋滞や事故をおこす決定的な要因となっている。

車、特にバスの急停止は交通渋滞もまた決定的な事故の原因となっている。例えば、2車線道路では道路脇で車が急停車すると道路の交通容量が30%減少する。その結果、2車線道路の通行可能量は1時間当たり3000台から1時間当たり900台減少してしまう。

“メトロポリターナ”とはリマに新しく誕生した公共交通機関であり、専用の路線、もしくはバスレーンを走るBRT（Bus Rapid Transit）システムを採用した大型バスである。メトロポリターナの最初の路線は16地区から形成されているリマ北部地域のチョリヨス区からコマス区をつないでおり、1日100万人の乗客が利用している。

このモデムシステムは通勤時間を減少させ、サービスを向上することで生活水準を高めることを目的としている。また、環境保護と乗客の安全性を考慮している。将来的にはリマ北部地域へのアクセスをさらに改善していくと期待されている。

(5) 市民団体

調査対象地域の市民団体には以下のようなものがある。

- 女性団体を含むコミュニティー組織（グラス・オブ・ミルク、スープキッチンズ、ワワ・ワイス・デイケアセンター）、青年団体、隣組組織（貧民街、住宅協会、住宅協同組合、市街化、ブロック組織の代表）、公園管理組織
- 非政府組織（NGOs）、学校、財団法人、協会、市民オンブズマン組織、交通輸送機関、地元メディア、カヤオ国立大学、サン・マルコス大学、ヴィラレアル大学、サン・マルティン・デ・ポレス地区の代表管理者と近隣住民（FUDIVUBD-SMP）。

2.5.5 経済的特性

(1) 労働人口と雇用状況

2007年のリマ県における労働人口は3,744,947人、そのうち96.4%の3,611,300人が仕事に就いており、3.6%の133,647人が失業者であった。リマ県の雇用率は96.4%(3,274,973人)であり、カヤオ特別区は95.6%(350,505)、調査地域の7地区では96.0%(1,032,684)であった。

表 2.5.5-1: 労働人口分布 (2007年)

地域	就労者	失業者	計
リマ県	3,611,300	133,647	3,744,947
リマ州	3,274,973	120,969	3,395,942
カヤオ特別州	350,505	16,201	366,706
カヤオ区	168,708	7,932	176,640
ベンタニーヤ区	106,754	4,893	111,647
カラバイーヨ区	85,346	3,371	88,717
コマス区	199,057	7,588	206,645
ロス・オリホス区	138,538	5,341	143,879
プエンテ・ピエトラ区	91,647	3,522	95,169
サン・マルティン・デ・ポレス区	242,634	10,424	253,058
7区計	1,032,684	43,071	1,075,755

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007年): 人口調査、世帯調査

調査対象地域の7区における雇用形態を表 2.5.5-2.に示す。

表 2.5.5-2: 調査地域の雇用形態 (2007年)

分類	人数	%
従業員	419,056	40.6
現場作業員	189,163	18.3
自営業者	345,434	33.5
経営者	17,026	1.6
無給家庭内労働者	21,481	2.1
家庭内労働者	40,524	3.9
計	1,032,684	100.0

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007年): 人口調査、世帯調査

(2) 経済活動と生産活動

7区における経済活動は中小企業、大企業、個人事業者によっておこなわれている。大企業は生産活動とサービス活動に力を注いでいるが、多くを占めているのは中小企業である。

第一次産業には牧畜、狩猟、林業、鉱業も含まれる。7区では、2007年の間に、第一次産業には労働者人口の1.7%が従事しており、カラバイーヨ区では4.8%という高い数字となっている。

第二次産業には製造業と建設業が含まれるが、7区の労働人口の21.1%が従事しており、プエンテ・ピエドラ区では最も高い25.9%という数字である。

第三次産業には商業とサービス業が含まれるが、7区の労働人口の77.2%が従事しており、カヤオ区では最も高い80.0%という数字である。

表 2.5.5-3: 産業毎の雇用状態 (2007年)

地域	第一次産業	%	第二次産業	%	第三次産業	%	計
リマ県	166,525	4.6	691,379	19.1	2,753,396	76.2	3,611,300
リマ州	48,732	1.5	652,174	19.9	2,574,067	78.6	3,274,973
カヤオ特別州	6,402	1.8	67,994	19.4	276,109	78.8	350,505
カヤオ区	3,291	2.0	30,452	18.1	134,965	80.0	168,708
ベントニア区	2,048	1.9	26,696	25.0	78,010	73.1	106,754
カラバ・イヨ区	4,138	4.8	19,295	22.6	61,913	72.5	85,346
コマス区	1,888	0.9	44,138	22.2	153,031	76.9	199,057
ロス・オリボス区	1,301	0.9	26,976	19.5	110,261	79.6	138,538
プエンテ・ピエドラ区	2,276	2.5	23,715	25.9	65,656	71.6	91,647
サン・マルティン・デ・ポレス区	2,618	1.1	46,584	19.2	193,432	79.7	242,634
7区計	17,560	1.7	217,856	21.1	797,268	77.2	1,032,684

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007年): 人口調査、世帯調査

(3) 収入レベル

リマ北部地域では1世帯の平均月収は1,159ヌエボ・ソルであり、リマ首都圏(リマ州およびカヤオ特別州)の平均月収よりも少ない。リマ北部の約78%の家庭では月収が1,890ヌエボ・ソル以下となっている(表2.5.5-4参照)。

表 2.5.5-4: 全世帯の収入レベル

分類 (S/.)	リマ首都圏	北部地域
	%	%
≤189	0	0
190~567	16	19
568~945	28	27
946~1,890	29	32
1,891~3,780	11	11
3,781~9,450	4	1
9,450≤	2	0
不明	10	10
計	100	100
平均	1,761	1,159

注: 為替レートは1米ドル3.15ヌエボ・ソル

出典: Apoyo Opinión y Mercado – MAPINSE 2007

リマ北部の一人当たり平均月収は296ヌエボ・ソルであり、これはリマ首都圏の平均と比べて非常に少ない(表2.5.5-5参照)。

表 2.5.5-5: 月収レベル

分類 (S/.)	リマ首都圏	北部地域
	%	%
≤189	32	36
190~567	38	42
568~945	11	10
946~1,890	5	2
1,891~3,780	2	0
3,781~9,450	1	0
9,450≤	0	0
不明	11	10
計	100	100
平均	517	296

注: 為替レートは 1 米ドル 3.15 スコ・ソル

出典: Apoyo Opinión y Mercado – MAPINSE 2007

(4) 公共サービス

1) 電気料金

7 地区では EDELNOR によって 24 時間電気が供給されており、供給範囲は全地域の 94.5%となっている。

2) 水道サービス

7 地区の上水道は SEDAPAL 北部サービス局により供給されている 2007 年の INEI 統計によると、7 区内の 447,620 世帯には飲料水が供給されており、そのうち 85.7%の世帯は各戸給水、6.4%は共同水栓、7.9%は給水車によって供給されている。

表 2.5.5-6: 上水道が整備されている世帯数

区	計	各戸給水	共同水栓	給水車
カヤ区	79,374	71,915	6,537	922
バンタニーヤ区	40,067	25,008	1,542	13,517
カラハ・イーヨ区	86,902	79,095	4,806	3,001
コマス区	29,036	22,908	1,673	4,455
ロス・オリボス区	72,299	67,802	3,966	531
プエンテ・ピエトラ区	31,199	17,889	2,380	10,930
サン・マルティン・デ・ボレス区	108,743	99,174	7,768	1,801
計	447,620	383,791	28,672	35,157
割合 (%)	100.0	85.7	6.4	7.9

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007 年) : 人口調査、世帯調査

2009 年 12 月の SEDAPAL の台帳によると、表 2.5.5-7 に示すように調査対象地域 7 区には合計 336,876 箇所の各戸接続があり、これは SEDAPAL が管轄している全接続の 27.4%を占めている。

表 2.5.5-7: 各戸接続数 (2009 年)

区	接続数
カヤオ区	51,966
ベンタニヤ区	37,023
カラバ イヨ区	26,398
コマス区	59,089
ロス・オリボス区	46,524
プエンテ・ピエドラ区	31,160
サン・マルティン・デ・ポレス区	84,716
計	336,876

出典: SEDAPAL Tariff Study, April, 2010, SUNASS

3) 下水道サービス

SEDAPAL は下水道の運営も行っているが、2007 年の INEI 統計によると、7 区内の下水道接続は 414,055 箇所、92.7%は各戸給水から、残りの 7.3%は共同水栓からの下水を受け入れている。

表 2.5.5-8: 7 区全体の下水道接続数 (2009 年)

地域	計	各戸接続より	共同水栓より
カヤオ区	79,902	72,997	6,905
ベンタニヤ区	27,129	25,465	1,664
カラバ イヨ区	85,162	79,895	5,267
コマス区	24,082	22,647	1,435
ロス・オリボス区	72,087	67,467	4,620
プエンテ・ピエドラ区	17,933	15,991	1,942
サン・マルティン・デ・ポレス区	107,760	99,161	8,599
計	414,055	383,623	30,432
割合 (%)	100.0	92.7	7.3

出典: 国家統計情報協会 国勢調査 (2007 年) : 人口調査、世帯調査

SEDAPAL の 2009 年 12 月の統計によると、7 地区には全 308,088 カ所の下水接続管が存在しており、これはリマ上下水道公社が管轄している下水接続管の 27.5%にあたる (表 2.5.5-9.参照)。

表 2.5.5-9: 調査対象地域の下水道接続数

区	接続数
カヤオ区	47,438
ベンタニヤ区	33,995
カラバ イヨ区	24,207
コマス区	54,226
ロス・オリボス区	42,722
プエンテ・ピエドラ区	27,825
サン・マルティン・デ・ポレス区	77,675
計	308,088

出典: SEDAPAL Tariff Study, April, 2010, SUNASS

4) 通信

調査対象地域の 7 地区は固定電話、携帯電話、ケーブルテレビ、インターネット等の通信設備がほぼ全ての地域で整備されている。

5) 交通機関

リマ北部地域住民の 64%は自家用車を所有していない。自転車が最もよく使われる交通手段である。

表 2.5.5-10: 各家庭で所有されている交通手段(*)

分類	首都圏全体	リマ北部
	%	%
交通手段なし	62	64
交通手段あり(*)	36	32
・ スポーツ用自転車	21	23
・ 自動車/ピックアップトラック	18	11
・ 自動車/四輪駆動車	14	8
・ 自動車/業務用ピックアップトラック	5	4
・ 業務用自転車	3	4
・ 業務用三輪車	2	3
・ 原動機付き三輪車	1	0
・ モーターバイク	1	0
・ 大型トラック	0	0
無回答	2	4

(*) 複数回答を含む

出典: APOYO Opinión y Mercado - MAPINSE 2007

(5) 観光

調査対象地域の 7 区には各自治体によって促進・運営されている観光資源が多くある。

コマス区では、エコツーリズムの拠点にするためコマス区自治体によって文化施設、植物公園、遺跡などへの訪問を組み合わせたツアーが企画されており、大通りはペルーやネクタールのフォークミュージックをイメージしたつくりとなっている。同様に、植物園では植物や花を展示するだけでなく動物の形に剪定した木が植えてある。シンチ・ロカ公園では家族向けのデザインを採用している。このツアーでは国際野外演劇フェスティバルが行われる大通りへの訪問も含まれている。

ベンタニーヤ区の中西部にある海岸沿いの観光地域ではベンタニーヤ湿地が観光資源となっている。この湿地は面積が 366 ヘクタールあり、ベンタニーヤ高原やロス・ペロス高地などの低い丘陵に囲まれている。ここはトトラ葦や海藻、アツケシソウ、トウなど多くの植物種の宝庫となっている。この湿地には定住種と渡り鳥を含む 54 種類以上の鳥類が登録されている。大型のシロサギ、小型のシロサギ、アオサギ、ペリト・シグエニエラ（絶滅危惧種となっている小型のコウノトリの一種）、ウエレケケ（ペルーのイシチドリ）、サパリト・トリナドール（チュウシャクシギ）、ツルツピリン（アカヒタキ）、コマドリ、サルタパリート（クビワズメ）などの貴重種もここでは観測することができる。

パンパ・デ・ロス・ペロス遺跡はベンタニーヤ区の南部に位置し、アンデス遺跡調査センター (CIARA) が再調査を行った。この遺跡はリマで最も古い遺跡の一つである。多くの調査結果から、まだ陶器が発達していない 4500 年以上前のものであることが判明している。

ベンタニーヤ区の観光資源となる遺跡としては、他に“チバテロス・コンプレックス”が挙げられる。この遺跡はチジョン川の河口に存在し、エドワード・ラニングによって発掘・調査された。形状や品質の異なった石製の工芸品が数百個発見されており、最も古いものは紀元前 10,000 年前のもの、最も新しいものは紀元前 3,000 年前のものと考えられている。

他に注目すべき遺跡としてはベンタニーヤ区、プエンテ・ピエドラ区、サン・マルティン区にあるセロ・クレブラ遺跡、セロ・トリニダード遺跡、プエンテ・ピエドラ遺跡、メディア・ルナ遺跡、ラ・ウバ遺跡、チジョン川流域にあるプラジャ・グランデ遺跡などがある。セロ・クレブラ遺跡はチジョン川の北岸にある最もよく知られている遺跡の一つである。スペイン人征服以前のペルーの記録によると建物は台形の形をしており、その周りにキンチャ（竹の茎と泥）と礫岩で作られた住居群が形成されていたと考えられる。また、メディア・ルナ遺跡は研究する価値のある重要な遺跡であり、セロ・クレブラ遺跡の北西 1 km に位置し、おそらくセロ・クレブラ遺跡よりも古いものだと考えられる。

全長 8km のベンタニーヤ海岸はこの地域の最も重要な観光資源の一つである。この海岸は南太平洋沿いの海岸の中で最も広い海岸となっている。

2.5.6 社会状況調査の結果

(1) 調査地域におけるリマ上下水道公社のサービス

調査は、事業対象地区であるロス・オリーボス区、サン・マルティン・デ・ポレス区、カヤオ区、コマス区、カラバイージョ区、ヴェンタニージャ区、プエンテ・ピエドラ区が含まれる。前述したように、リマ上下水道公社は各地区をさらに複数のセクターに分割しており、対象地区には全部で 32 のセクターがあり、そのうち住民数が多い 28 セクターに社会状況調査を実施した。

調査を実施した地域のうち、リマ上下水道公社の上下水道サービスが提供されているセクターは、ロス・オリーボス区 83、84、85 セクター、サン・マルティン・デ・ポレス区 212、213 セクター、コマス区 345、346、347、348、349 セクター、カラバイージョ区 350、351 セクター、プエンテ・ピエドラ区 368、369 セクター、カヤオ区 259 セクターである。サービスが提供されていないのは、残りのサン・マルティン・デ・ポレス区 251、252、253、254、255 セクター、カヤオ区 256、257、258 セクター、ベンタニーヤ区 261、262、263 セクター、プエンテ・ピエドラ区 361、370 セクターである。（表 2.5.6-1 参照）調査地域内にはリマ上下水道公社から上下水道サービスを受けている家庭が約 105,590 世帯、サービスを受けていない家庭が約 41,245 世帯ある。

(2) 調査方法

社会経済調査の目的は、事業対象地区の各家庭における、世帯収入、上下水道サービスに対する支払い意思額、事業実施で直接裨益する家庭の生活向上等に関する、1 次情報を得ることである。

アンケートの質問票は、リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」と「受けていない地域」の 2 種類に分けて作成し、設備状況によって内容が異なるアンケート形式とした。それぞれのアンケート用紙を Appendix- A7 に示す。表 2.5.6-1 に地区毎のサンプル数の分布、およびリマ上下水道公社のサービスを「受けているセクター」と「受けていないセクター」を示す。調査を行う前に、まず調査員に対するトレーニング（1 日間）とパイロット調査（1 日間）を実施し、回答者が答えやすい質問項目とした。



出典: JICA 調査団

写真 2.5.6-1: 調査員のトレーニング



出典: JICA 調査団

写真 2.5.6-2: カヤオ区でのパイロット調査

上下水道サービスを「受けている」地域におけるサンプル数は、各セクターの人口分布を基にランダムに抽出した 388 世帯である。このサンプルのサンプリング誤差は $\pm 5\%$ 、信頼度は 95%、事前情報による概算割合は 0.5 とし、リマ上下水道公社のセクター毎に、存在する家庭数に比例するよう、割り当てられている。表 2.5.6-1 にその分布を示す。

表 2.5.6-1: 各セクターのサンプル数

地域	セクター	サービスを「受けている」人口	世帯数	(%)	サンプル数
ロス・オリーボス	83	46,550	11,271	10.3%	39
	84	61,202	14,819	13.5%	52
	85	37,517	9,084	8.3%	32
サン・マルティン・デ・ポレス	212	44,046	10,196	9.7%	37
	213	17,414	4,031	3.8%	15
カヤオ/バンタニーヤ	259	12,020	2,751	2.7%	16
コマス-1	345	10,528	2,340	2.3%	9
	346	33,892	7,532	7.5%	29
	347	21,235	4,719	4.7%	18
カラバイーヨ	350	39,680	9,293	8.8%	33
	351	6,266	1,467	1.4%	5
コマス-2	348	18,961	4,214	4.2%	16
	349	44,094	9,799	9.7%	37
プエンテ・ピエドラ	368	32,316	7,622	7.1%	27
	369	27,367	6,454	6.0%	23
合計		453,088	105,590	100%	388^{1/}

^{1/} 世帯数の 1%を含む。

出典: JICA 調査団 2010

更に、リマ上下水道公社のサービスを「受けていない」82 世帯に対してもインタビュー調査を実施した。これらの世帯を選んだ目的は、調査地域内の全世帯と各種サービスの経済状況を調べる為である。ただし、サンプル数が少ないため、この世帯の調査結果の正確性は「サービスを受けている」世帯の結果と比べると高くない。各セクターにおける最小サンプル数は 4 サンプルとしたが、260、264、265、266 セクターに関しては人口が非常に少ないため（例として 265 セクターの人口は 147 人のみ）、サンプルを抽出しなかった。

表 2.5.6-2 にリマ上下水道公社による給水を受けている地域と受けていない地域におけるサンプルの分布をしめす。

表 2.5.6-2: 給水区域毎のサンプル数

地域	セクター	人口	サンプル数	給水の有無	給水時間 (h)	代替サービス
ロス・オリボス	83	46,550	39	Yes	24	
	84	61,202	52	Yes	24	
	85	37,517	32	Yes	24	
サン・マルティン・デ・ポレス	212	44,046	37	Yes	24	
	213	17,414	15	Yes	24	
	251	32,835	12	No	...	給水車
	252	18,972	7	No	...	井戸/給水車
	253	17,414	6	No	...	井戸/給水車
	254	29,036	10	No	...	井戸/給水車
カヤオ/ベンタニーヤ	255	4,501	4	No	...	井戸/給水車
	256	40,304	14	No	...	井戸/給水車
	257	5,166	4	No	...	井戸/給水車
	258	170	4	No	...	井戸/給水車
	259	12,020	16	Yes	12	
	261	3,370	4	No	...	給水車
コマス-1 ^{1/}	262	375	4	No	...	井戸
	263	309	4	No	...	給水車
	345	10,528	9	Yes	24	
コマス-2 ^{2/}	346	33,892	29	Yes	24	
	347	21,235	18	Yes	24	
カラバイーヨ	348	18,961	16	Yes	5 a 7	
	349	44,094	37	Yes	3	
プエンテ・ピエドラ	350	39,680	33	Yes	24	
	351	6,266	5	Yes	24	
合計	361	13,631	5	No	...	Well
	368	32,316	27	Yes	24	
	369	27,367	23	Yes	24	
	370	5,572	4	No	...	Well
合計			470			

1 ; 24時間給水実施地域、2 ; 3-7時間給水実施地域

出典: JICA 調査団

アンケート用紙は、対面式インタビューによる実施を基本とし、自由回答式と選択回答式を含む。なお、事業実施による上下水道サービス向上に対する支払い意思額がアンケートで聞かれたが、より少ないバイアスによる結果を得るために、ランダムで5種類の金額が提示される形式とした。



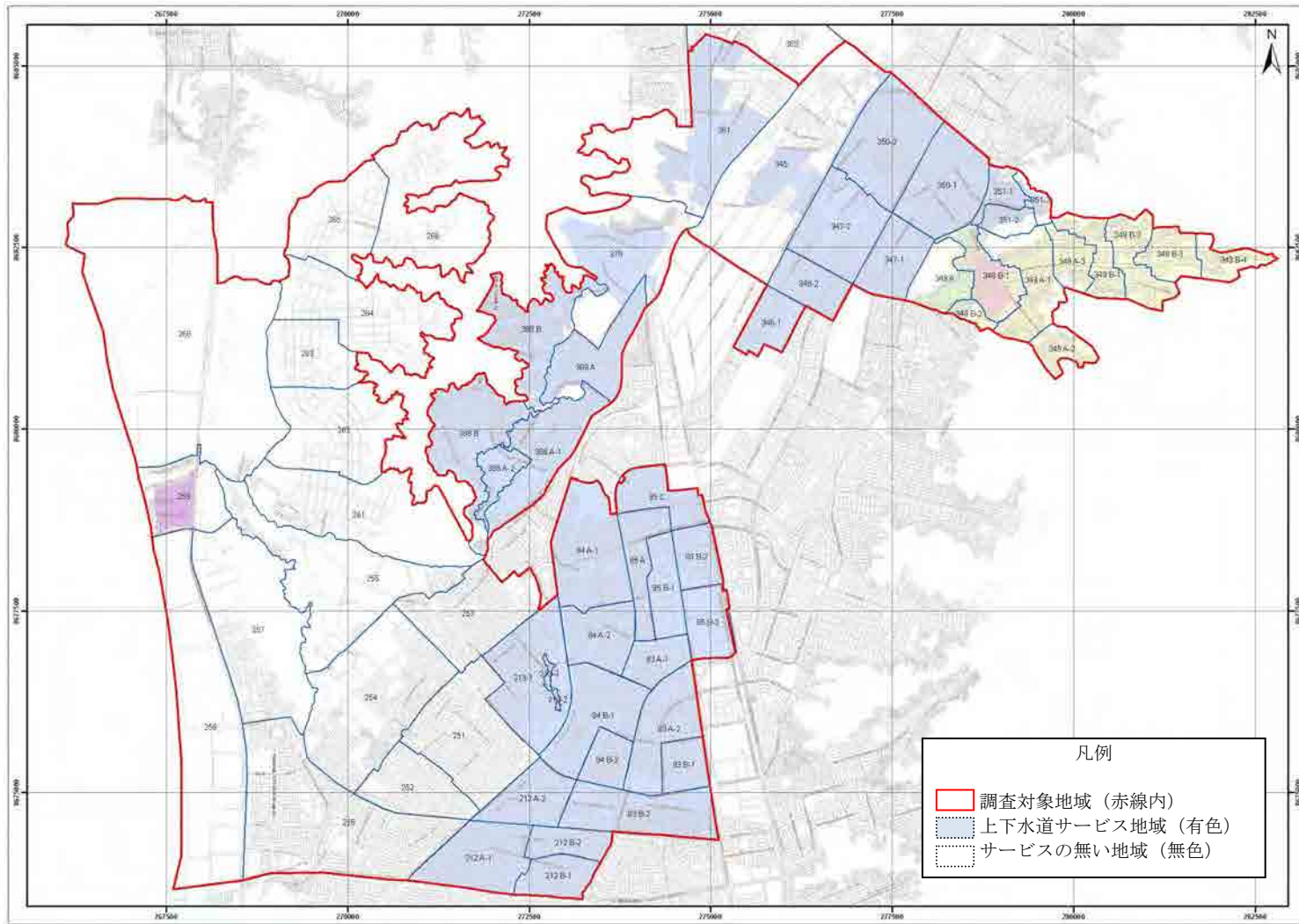
出典：JICA 調査団
写真 2.5.6-3: サービスを受けている地域
(ロス・オリボス区)



出典：JICA 調査団
写真 2.5.6-4: サービスを受けていない地域
(ロス・オリボス区)



出典：JICA 調査団
写真 2.5.6-5: サービスを受けていない地域



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-1: リマ上下水道公社のサービスを「受けているセクター」と「受けていないセクター」

(3) 調査結果

アンケート結果概要を、以下のとおり示す。

- ・生活状況（家族人数、家計収入・支出、水因性疾患）
- ・給水サービスの状況（水消費量と支払金額、屋内外での問題点、代替水源）
- ・下水サービスの状況（屋内外での問題点、代替下水サービスの状況、）
- ・上下水サービスに対する評価（サービスレベル、料金）
- ・金銭的価値（収入に対する上下水料金の割合、サービス改善への支払意思額）

1) 家族人数

リマ上下水道公社のセクターにおける一世帯の平均構成人数は 4.2 人、最も少ない地域では 3.6 人（コマス区 354 セクター）、最も多い地域では 4.9 人（プエンテ・ピエドラ区 369 セクター）となった。結果を表 2.5.6-3 に示す。

2) 家計収入と支出

各セクター（リマ上下水道公社のサービスを「受けている」「受けていない」セクター）の毎月の収入と支出の調査結果を表 2.5.6-3 と表 2.5.6-4 に示す。

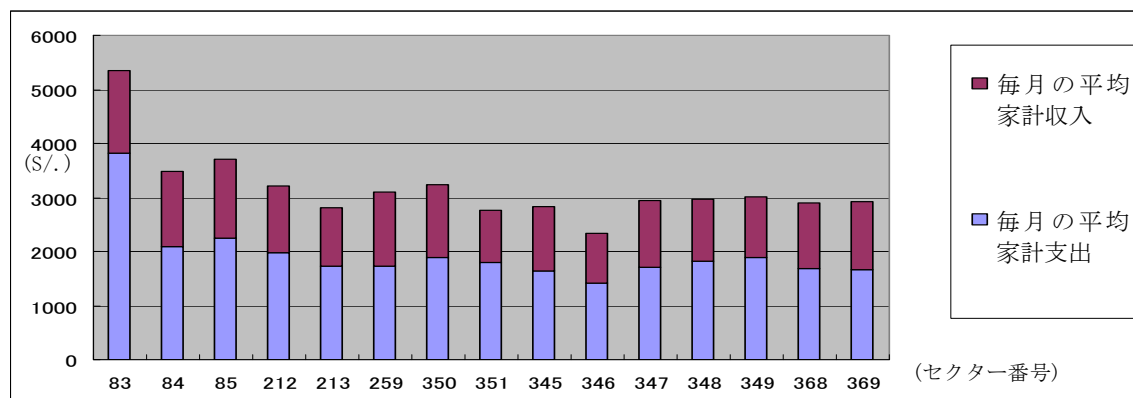
収入は労働人口と各家庭の就労者による収入額から算出された。支出は全支出項目（電気代、水道代、電話代、ガス代、家賃、食費、教育費、被服費、交通費、その他）を質問し、その回答結果を積み上げて算出された。リマ上下水道公社からのサービスを受けている世帯の家計収入は、セクターにより最小で 1,410 ヌエボ・ソルから最大で 3,826 ヌエボ・ソル、平均では 2,058 ヌエボ・ソルとなった。この金額と比較すると、サービスを受けていない世帯の家計収入は低い傾向にあり、最小で 585 ヌエボ・ソル、最大で 2,721 ヌエボ・ソル、平均では 1,534 ヌエボ・ソルとなっている。

調査結果には多少のサンプリング誤差が発生することがあり、特に回答者は世帯収入額を実際の額よりも多く申告することが知られているため、後の支払可能額の算定において、家計支出額が、収入額と比較してより保守的な指標として用いることとする。

表 2.5.6-3: リマ上下水道公社の水道サービスを「受けているセクター」の
毎月の家計収入と家計支出

地域	セクター	サンプル数	一世帯の平均構成人数	毎月の平均家計収入 (S/.)	毎月の平均家計支出 (S/.)	毎月の平均家計収入 (S/.): “Apoyo Opinión y Mercado” 2005
ロス・オリーボス	83	39	3,9	3,826	1,523	1,425
	84	50	4,1	2,083	1,409	
	85	32	4,2	2,238	1,471	
サン・マルティン・デ・ポレス	212	37	4,5	1,988	1,225	1,165
	213	15	4,2	1,734	1,086	
カヤオ	259	16	4,4	1,731	1,370	1,174
カラバイーヨ	350	33	4,3	1,887	1,351	868
	351	5	4,7	1,795	972	
コマス-1	345	8	3,6	1,650	1,186	1,060
	346	27	4,0	1,410	930	
	347	18	4,2	1,709	1,231	
コマス-2	348	16	4,6	1,817	1,147	1,060
	349	36	4,1	1,886	1,134	
カラバイーヨ	350	33	4,3	1,887	1,351	868
	351	5	4,7	1,795	972	
プエンテ・ピエドラ	368	27	4,3	1,684	1,219	708
	369	23	4,9	1,659	1,257	
合計/平均		382	4,2	2,058	1,275	

出典: JICA 調査団



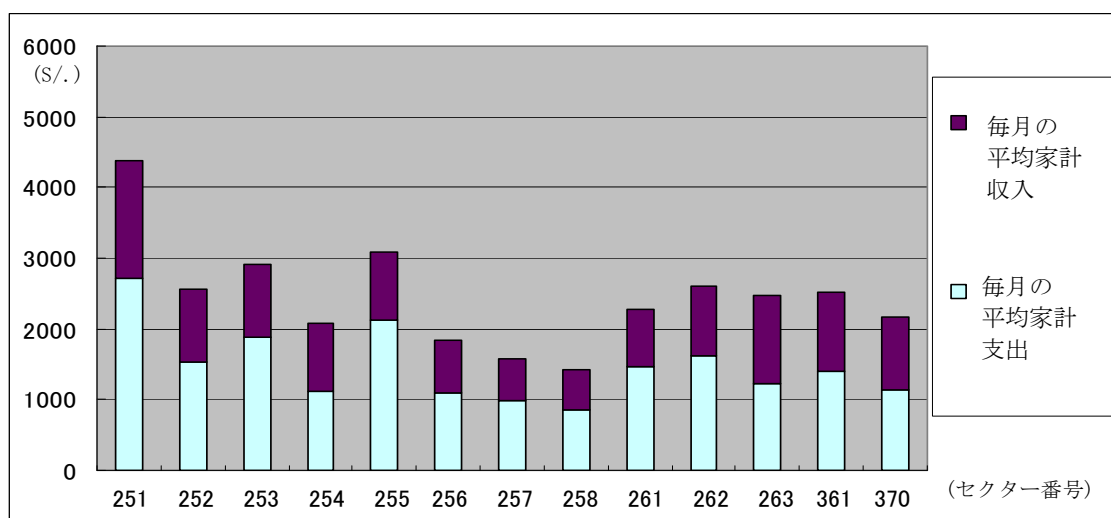
出典: JICA 調査団

図 2.5.6-2: リマ上下水道公社の水道サービスを「受けているセクター」の
毎月の家計収入と家計支出

表 2.5.6-4: リマ上下水道公社の水道サービスを「受けていないセクター」の
毎月の家計収入と家計支出

地域	セクター	サンプル数	一世帯の平均構成人数	毎月の平均家計収入 (S/.)	毎月の平均家計支出 (S/.)	毎月の平均家計収入 (S/.): “Apoyo Opinión y Mercado” 2005
サン・マルティン・デ・ポレス	251	12	5,4	2,721	1,651	1,165
	252	7	5,5	1,530	1,024	
	253	6	4,0	1,883	1,027	
	254	10	4,6	1,108	962	
	255	4	3,6	2,125	954	
カヤオ	256	14	3,6	1,097	744	1,174
	257	4	4,8	995	585	
	258	4	7,3	850	582	
	261	4	4,0	1,475	805	
	262	4	4,3	1,615	987	
	263	4	3,8	1,225	1,248	
プエンテ・ピエドラ	361	5	5,0	1,400	1,115	708
	370	4	3,8	1,138	1,030	
合計/平均		82	4,6	1,534	1,019	

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-3: リマ上下水道公社の水道サービスを「受けていないセクター」の
毎月の家計収入と家計支出

3) 水因性疾患

表 2.5.6-5 と表 2.5.6-6 は不十分な上下水道サービスが原因で、過去 12 カ月で発生した病気を示す。

表 2.5.6-5: リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」で発生した水因性疾患

水因性疾患	セクター								合計 (388 サンプル)
	83	84	85	212	259	350	349	369	
下痢	1	4	2	0	2	0	2	0	11 (2.8%)
皮膚疾患	0	0	0	1	0	2	1	1	5 (1.7%)
結膜炎	1	3	0	0	0	1	0	0	5 (1.7%)
寄生虫症	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (0.3%)
その他	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (0.3%)
合計	2	8	2	1	2	3	4	1	23 (5.9%)

出典: JICA 調査団

表 2.5.6-6: リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」で発生した水因性疾患

水因性疾患	地域			合計 (82 サンプル)
	サン・マルティ ン・デ・ボレス	カヤオ	プエンテ・ ピエドラ	
下痢	16	3	3	22 (26.7%)
コレラ	3	0	0	3 (3.7%)
皮膚疾患	1	1	0	2 (2.4%)
寄生虫症	1	0	0	1 (1.2%)
腸チフス	0	1	0	1 (1.2%)
合計	21	5	3	29 (35.4%)

出典: JICA 調査団

下痢性疾患の発生率はリマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」ではサービスを「受けている地域」に比べて高くなっている。従って、リマ上下水道公社が水道サービスの提供をすることにより病気が減少し、その便益は高いと考えられる。

4) 水道サービスに関する情報

リマ上下水道公社によるサービスを受けている地域、受けていない地域における、給水状況及び裨益者に認識されている問題点を以下に示す。

(a) リマ上下水道公社によるサービスを「受けている地域」

i) 1カ月の平均水消費量

1カ月の世帯当り平均水消費量は 17.9 m^3 となった。各セクターと各地区における1カ月の水消費量を表 2.3.5-7.に示す。

各ケースの平均水消費量の根拠にはリマ上下水道公社の請求書が用いられているが、調査時に過去の請求書を確認できていない回答者も多い。その中には支払いを怠り、延滞金が発生している家庭がある可能性もある。

ii) 上下水道料金の支払い

表 2.5.6-7 は各セクターの上下水道料金の平均額を示しており、全体としては 42.89 ヌエボ・ソルとなっている。ロス・オリーボス区とサン・マルティン・デ・ポーレス区では平均額を超えており、プエンテ・ピエドラ区は最も低くなっている。また、使用者の中には、料金徴収カテゴリーの不一致等（普通家庭が商業用接続と認識されるなど）により、消費量に対して請求額が大きいと主張する声もあった。

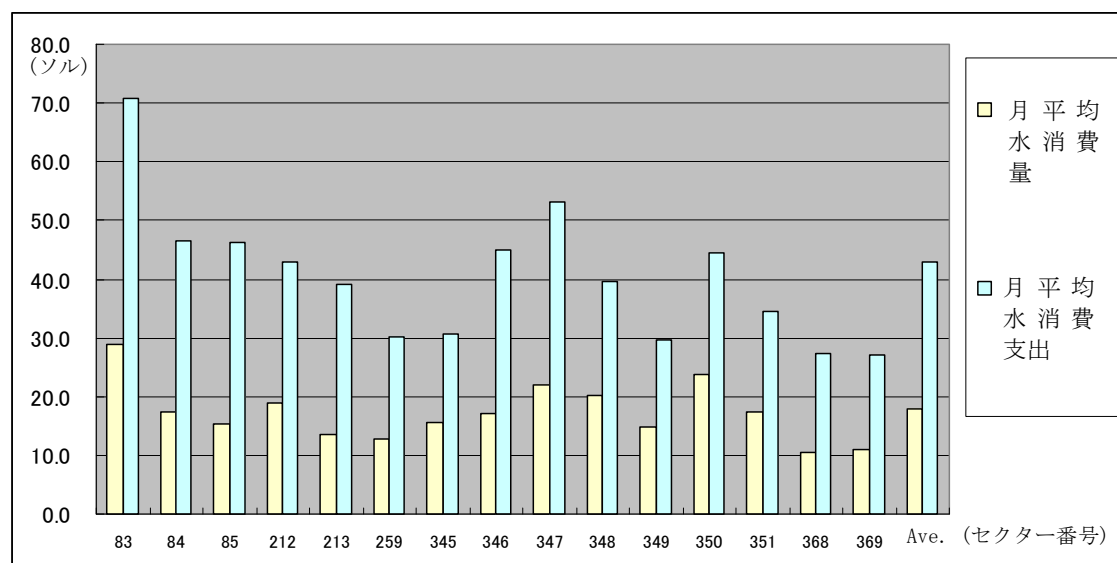
カヤオ区 259 セクターのように 1 日に 12 時間の配水が行われているセクターでは約 30.13 ヌエボ・ソルを上下水道料金として支払っている。コマス区 348 セクターの様に 1 日に 5~7 時間の配水が行われているセクターにおいて 39.56 ヌエボ・ソル支払っている。349 セクターの様に 1 日に 3 時間しか配水されないセクターでは 29.68 ヌエボ・ソルを支払っている。

SEDAPAL が発行したマスタープランレポート「最適化マスタープラン（OMP）2009-2013」で提示された値と調査結果を比較すると、毎月の上下水道料金は調査結果の方が高くなっている。OMP では、リマ上下水道公社からサービスを受けている家庭では、平均して毎月 37.0 ヌエボ・ソルを支払っていると記述しているが、調査結果では 42.89 ヌエボ・ソルとなっている。この差違の原因の一つとして、OMP が実施された 4 年前に比べて上下水道単価と使用水量が増加していることが原因であり、調査結果に大きな誤差は無いと言える。

表 2.5.6-7: リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」における水消費量と支払い金額

地域	セクター	サンプル数	給水時間	月平均水消費量 (m ³ /世帯)	月平均水消費支出 (S./世帯)	水消費支出/水消費量 (S./m ³)
ロス・オリーボス	83	39	24	28.8	70.9	2.46
	84	52	24	17.4	46.6	2.68
	85	29	24	15.3	46.3	3.03
サン・マルティン・デ・ポーレス	212	27	24	19.0	43.0	2.26
	213	15	24	13.6	39.1	2.88
カヤオ	259	16	12	12.7	30.1	2.37
コマス 1	345	9	24	15.7	30.7	1.96
	346	20	24	17.2	45.1	2.62
コマス 2	347	18	24	22.1	53.2	2.41
	348	15	5 a 7	20.1	39.6	1.97
	349	37	3	14.7	29.7	2.02
カラバイーヨ	350	32	24	23.8	44.5	1.87
	351	3	24	17.4	34.4	1.98
プエンテ・ピエドラ	368	27	24	10.5	27.4	2.61
	369	22	24	11.0	27.1	2.46
合計		361		17.9	42.9	2.40

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-4: リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」における水消費量と支払い金額

上下水道サービスに対する支払い金額の平均は一立方メートル当たり 2.40 ヌエボ・ソルとなった。リマ上下水道公社の正式レポートである 2009 年の年間統計レポートでは上下水道サービスに対する支払い金額の平均は一立方メートル当たり 2.16 ヌエボ・ソル（全地域）となっている。これら数値には 10%の誤差があるが、調査で得られた結果は概ね妥当であるといえる。

iii) 各世帯における給水サービスの問題点

各地域で認識されている、給水サービスの問題点（回答者に問題があると認識されている率）を表 2.5.6-8 に示す。

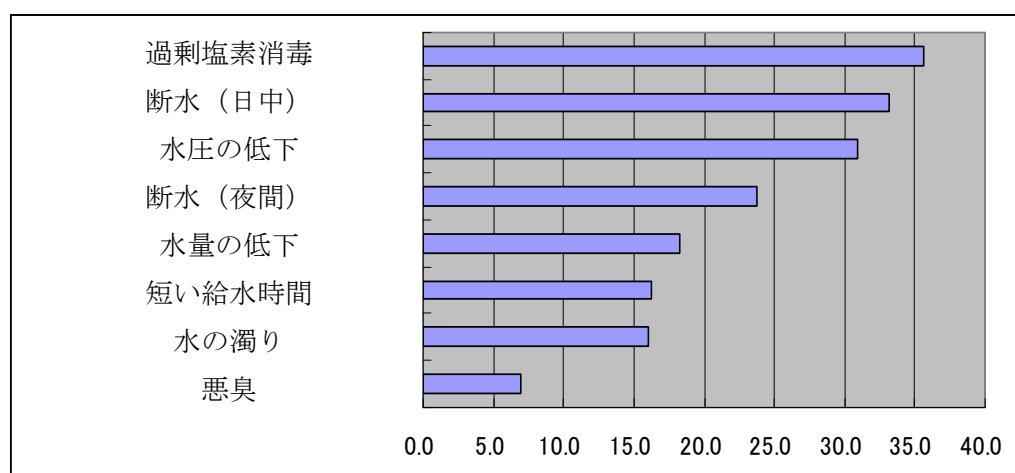
認識されている主な問題点は、多い方から過剰塩素消毒、昼夜の断水、水圧の低下であることがわかる。特にカヤオ区とコマス-2区は他の地域と比較して異なる傾向を示している。コマス-2区では昼夜にわたる水不足が、カヤオ特別区では夜間の断水と水道水の塩素過剰が不満として挙げられている。

なお、現在コマス-2区およびカヤオ区における水道サービスは時間制限を受けている状況だが、プロジェクト実施後は 24 時間給水が可能となる。

表 2.5.6-8: リマ上下水道公社によるサービスを「受けている地域」
の水道サービスの問題点（問題があると回答された割合）

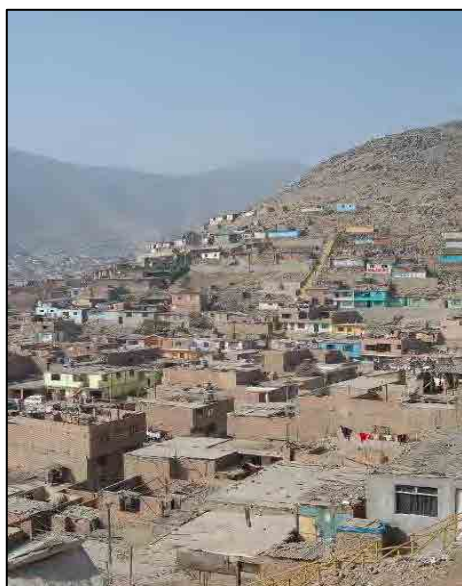
問題点	地域							合計
	ロス・オリ ーボス	サン・マル ティン・デ ポレス	カヤオ	カラバイーヨ	コマス1	コマス2	プエンテ・ ピエドラ	
過剰塩素消毒	42.3	26.9	50.0	34.2	41.1	26.4	28.0	35.6
断水(日中)	21.1	9.6	37.5	15.8	33.9	96.2	32.0	33.2
水圧の低下	37.4	32.7	25.0	42.1	16.1	45.3	8.0	30.9
断水(夜間)	6.5	3.8	87.5	13.2	12.5	98.1	8.0	23.7
水量の低下	17.1	5.8	12.5	18.4	7.1	60.4	4.0	18.3
短い給水時間	4.1	0.0	0.0	2.6	3.6	100.0	4.0	16.2
水の濁り	30.1	19.2	6.3	5.3	8.9	5.7	8.0	16.0
悪臭	10.6	5.8	0.0	7.9	8.9	0.0	6.0	7.0

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-5: リマ上下水道公社による給水サービスを「受けている地域」
の主な問題点（問題があると回答された割合）



出典:JICA 調査団

写真 2.5.6-6: コマス-2 区



出典:JICA 調査団

写真 2.5.6-7: 給水栓

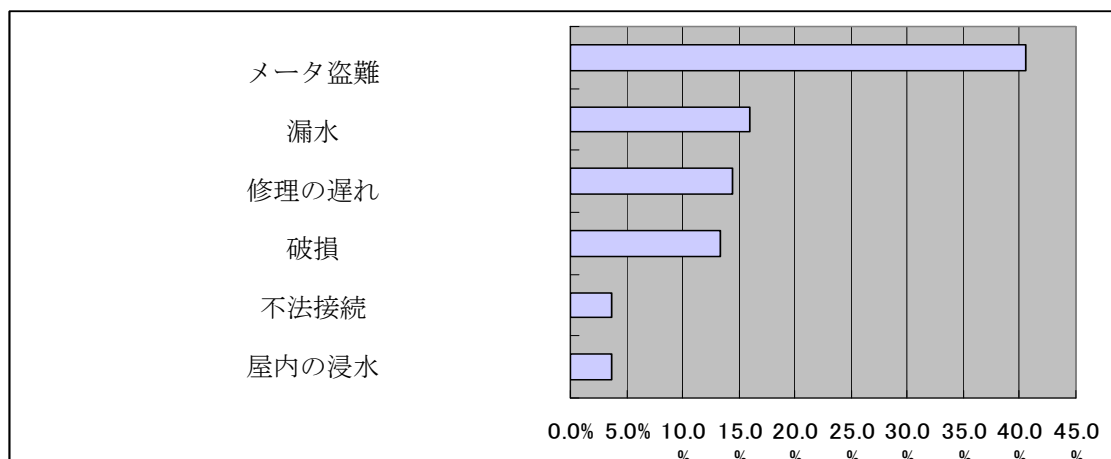
iv) 屋外で発生する問題

表 2.5.6-9 に屋外で発生する問題を示す。主な問題となっているのはメータの盗難であり、他の問題点への不満は低い。また、カヤオ区ではメータ盗難、破損、浸水等の頻度が高いと考えられるが、調査時のインタビューによると、原因は管の取り付け作業時の施工不良であるとの意見が多くあった。

表 2.5.6-9: リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」の屋外での問題点（問題があると回答された割合）

屋外の問題点	地域							合計
	ロス・オリポス	サン・マルティン・デポレス	カヤオ	カラバイーヨ	コマス1	コマス2	プエンテ・ピエドラ	
メータ盗難	57.7%	30.8%	62.5%	44.7%	45.5%	1.9%	34.0%	40.6%
漏水	19.7%	7.7%	37.5%	13.2%	21.4%	9.4%	12.0%	16.0%
修理の遅れ	22.8%	3.8%	13.3%	13.2%	23.2%	5.7%	6.0%	14.5%
破損	16.3%	7.7%	25.0%	15.8%	16.1%	7.5%	10.0%	13.4%
不法接続	4.1%	2.0%	6.3%	0.0%	0.0%	11.3%	2.0%	3.6%
屋内の浸水	4.9%	5.8%	0.0%	0.0%	5.4%	1.9%	2.0%	3.6%

出典:JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-6: リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」の屋外での問題点（問題があると回答された割合）

v) 電動送水ポンプの使用

給水制限がある地域では、各戸の小型送水ポンプによる給水の引き込みが実施されることがある。調査結果によると、調査地域で採用されている家庭用ポンプ（高架水槽用の電動送水ポンプ）はごく僅か（全世帯の 1.6%）であり、従って維持管理のための費用も少ないと言える。（表 2.5.6-10 参照）。

表 2.5.6-10: リマ上下水道公社によるサービスを「受けている地域」での電動送水ポンプの使用割合

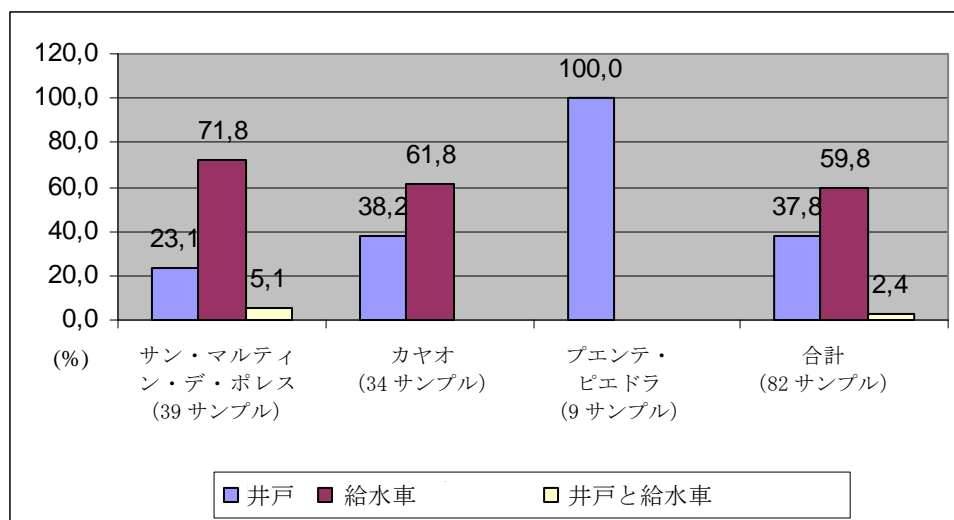
回答	地域							合計
	ロス・オリーボス	サン・マルティン・デ・ポレス	カヤオ	カラバイーヨ	コマス 1	コマス 2	プエンテ・ピエドラ	
Yes	1	1	0	1	1	1	1	6 (1.6%)
No	119	51	10	36	52	51	44	363 (98.4%)
合計	120	52	10	37	53	52	45	369 (100%)

出典: JICA 調査団

(b) リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」

i) 水源

各世帯を調査した結果、全世帯の 59.8%が給水車、37.8%が共有井戸の給水サービス、2.4%が共有井戸と給水車の両方を水源として利用していることがわかった。



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-7: リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」の給水源



出典: JICA 調査団

写真 2.5.6- 8: リマ上下水道公社の給水車



出典: JICA 調査団

写真 2.5.6-9: 家屋の前に設置されている水槽

ii) 月平均水消費量

表 2.5.6-11 にサービスを受けていない地域での平均水消費量と、支出額の調査結果を示す。当地域の月平均水消費量は 5.0 m^3 となっており、サービスを受けている地域の月平均水消費量 17.9 m^3 と比較すると、約 28%程度と非常に少ない。

表 2.5.6-11: リマ上下水道公社の水道サービスを「受けていない地域」における平均水消費量と支払い金額

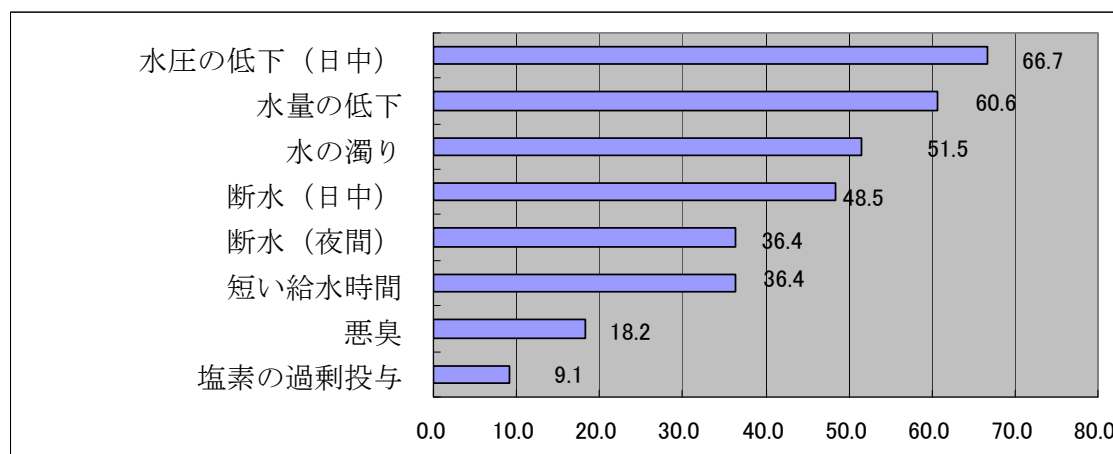
地域	セクター	サンプル数	サービスの種類	毎月の平均水消費量 (m ³ /世帯)	毎月の平均水消費支出 (S/)
サン・マルティン・デ・ボレス	251	12	給水車	5.8	61.9
	252	7	井戸/給水車	1.2	74.6
	253	6	井戸/給水車	3.9	63.1
	254	10	井戸/給水車	4.0	47.9
	255	4	井戸/給水車	5.5	53.5
カヤオ/ベンタニーヤ	256	14	井戸/給水車	3.3	25.8
	257	4	井戸/給水車	2.0	18.8
	258	4	井戸/給水車	1.0	29.3
	261	4	給水車	5.5	61.3
	262	4	井戸	10.3	27.5
	263	4	給水車	7.5	78.8
プエンテ・ピエドラ	361	5	井戸	12.8	0.0
	370	4	井戸	7.6	7.0
合計		82		5.0	44.1

出典: JICA 調査団

iii) リマ上下水道公社以外の給水サービスを「受けていない地域」で認識されている問題点

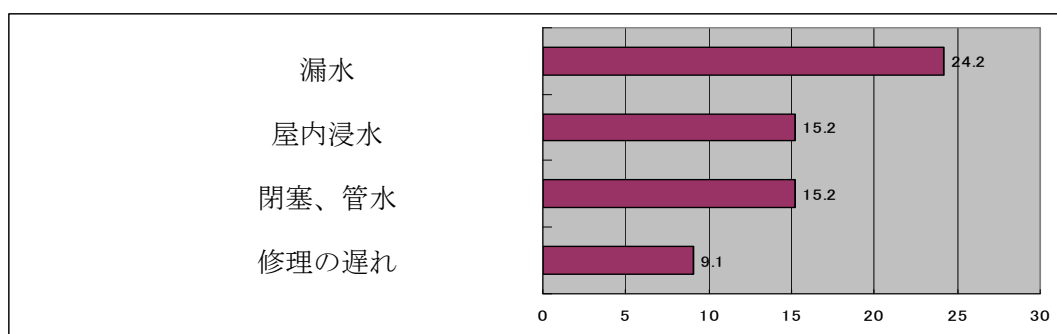
回答者に認識されている、給水サービスの問題点は、主に水圧の低下、水量の低下、水の濁り、断水、の4つである。

また、図 2.5.6-9 に同地域での給水サービスに関し、認識されている屋外の問題点を示す。最も主要な問題は漏水、及び浸水であった。



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-8: リマ上下水道公社による給水サービスを「受けていない地域」で認識されている主な問題点 (問題が有ると回答された割合)



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-9: リマ上下水道公社による給水サービスを「受けていない地域」の屋外の主な問題点（問題があると回答された割合）

v) 電動送水ポンプの使用

リマ上下水道公社の給水サービスを「受けていない地域」において、電動送水ポンプを使用しているのは 12.1%であった。

表 2.5-6-12: 高架水槽に揚水を行うための電動送水ポンプの使用

回答	地域			合計
	サン・マルティン・デ・ポレス	カヤオ	プエンテ・ピエドラ	
Yes	0	0	4	4 (12.1%)
No	11	13	5	29 (87.9%)
合計	11	13	9	33 (100%)

出典: JICA 調査団

5) 既存の水道サービス満足度

リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」、「受けていない地域」における、サービス満足度の調査結果を以下に示す。

(a) リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」

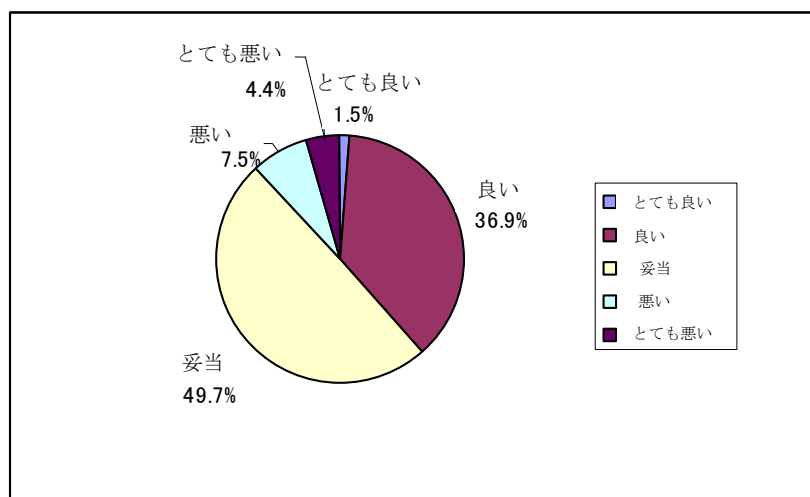
表 2.5.6-13 はリマ上下水道公社の給水サービスに対する評価を示している。49.7%の使用者は“妥当”であると評価しており、7.5%は“悪い”、4.4%は“非常に悪い”と評価している。“良い”、“非常に良い”と評価したのはそれぞれ 36.9%と 1.5%であった。

この結果によれば、リマ上下水道公社による給水サービスを受けている地域において、殆どの使用者はサービス品質に満足していることになるが、前述のように多くの人が水道サービス上の問題点を指摘している。

表 2.5.6-13: リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」における評価

回答	地域							合計 (%)
	ロス・オリ ーボス	サン・マルテ イン・デ・ポ レス	カヤオ	カラパイーヨ	コマス 1	コマス 2	プエンテ・ ピエドラ	
とても良い	1.6 %	0.0	0.0	2.6%	1.8%	1.9%	2.0%	1.5
良い	33.3%	53.8%	68.8	28.9%	39.3%	18.9%	40.0%	36.9
妥当	52.0%	34.6%	18.8	57.9%	50.0%	58.5%	54.0%	49.7
悪い	10.6%	5.8%	0.0	5.3%	5.4%	15.1%	0.0	7.5
とても悪い	2.4%	5.8%	12.5	5.3%	3.6%	5.7%	4.0%	4.4
回答の合計	123	52	16	38	56	53	50	388

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-10: リマ上下水道公社の給水サービスを「受けている地域」における評価

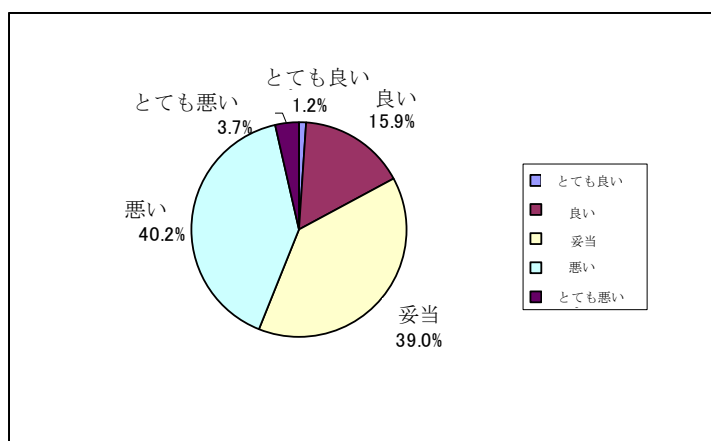
(b) リマ上下水道公社による給水サービスを「受けていない地域」

既存給水施設に対する満足度は、表 2.5.6-14 に示すとおり、40.2% の使用者はサービスの質は“悪い”と評価しており、39.0% は“妥当”、15.9% は“良い”、3.7% は“とても良い”であると評価している。悪いと応えた住民が多く、予想されていたことではあるが、サービスの満足度はリマ上下水道公社のサービスを受けている地域より悪い結果となった。

表 2.5.6-14: リマ上下水道公社の給水サービスを「受けていない地域」
における評価

回答	地域			合計 (%)
	サン・マルティ ン・デ・ボレス	カヤオ	プエンテ・ピエ ドラ	
とても良い	0.0	2.9%	0.0	1.2
良い	7.7%	26.5%	11.1%	15.9
妥当	28.2%	44.1%	66.7%	39.0
悪い	56.4%	26.5%	22.2%	40.2
とても悪い	7.7%	0.0	0.0	3.7
回答の合計	39	34	9	

出典:JICA 調査団



出典:JICA 調査団

図 2.5.6-11: リマ上下水道公社の給水サービスを「受けていない地域」
における評価

6) 下水道サービスの状況

(a) リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」での下水道サービスの問題点

i) 屋内での下水道サービスに対する評価

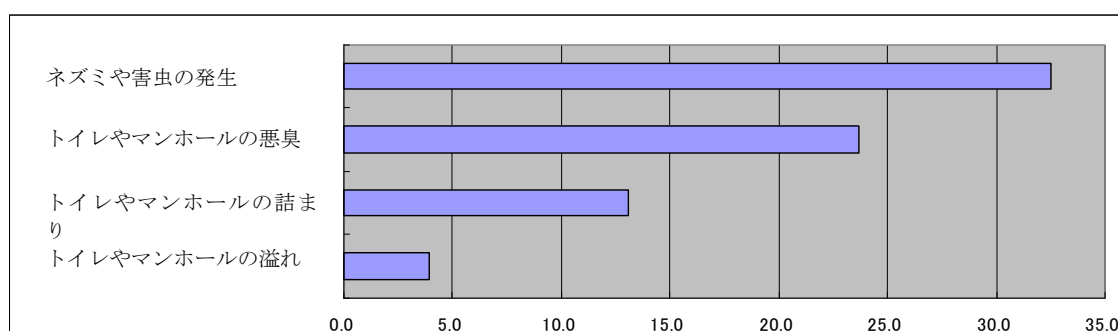
リマ上下水道公社の方針では各家庭への上水道と下水道の施工は同時に行われている。したがって、上水道と下水道のサービス地域は基本的には一致している。

リマ上下水道公社の下水サービス「受けている地域」で認識されている問題点は、ネズミや害虫の発生と便器やマンホールからの悪臭が主な問題であることがわかった。また、コマス-2区の住民は他の地域に比べてより強い不満を抱えていることがわかった。

表 2.5.6-15: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けている地域」の主な問題点
(問題が有ると回答された割合)

問題点	地域							合計 (%)
	ロス・オリ ーボス	サン・マルテ イン・デ・ポレ ス	カヤオ	カラバイー ヨ	コマス1	コマス2	プエンテ・ ピエドラ	
ネズミや害虫の発生	36.6%	26.9%	25.0%	25.0%	28.3%	42.1%	36.0%	32.5
トイレやマンホールの悪臭	26.8%	19.2%	25.0%	10.7%	24.5%	31.6%	28.0%	23.7
トイレやマンホールの詰まり	13.0%	15.4%	6.3%	5.4%	15.1%	15.8%	18.0%	13.1
トイレやマンホールの溢れ	4.1%	0.0	0.0	1.8	3.8	13.2%	4.0%	3.9

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-12: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けている地域の」主な問題点
(問題が有ると回答された割合)

ii) 下水サービスに対する屋外の問題点

表 2.5.6-16 に屋外の下水道サービスへの問題点を示す。

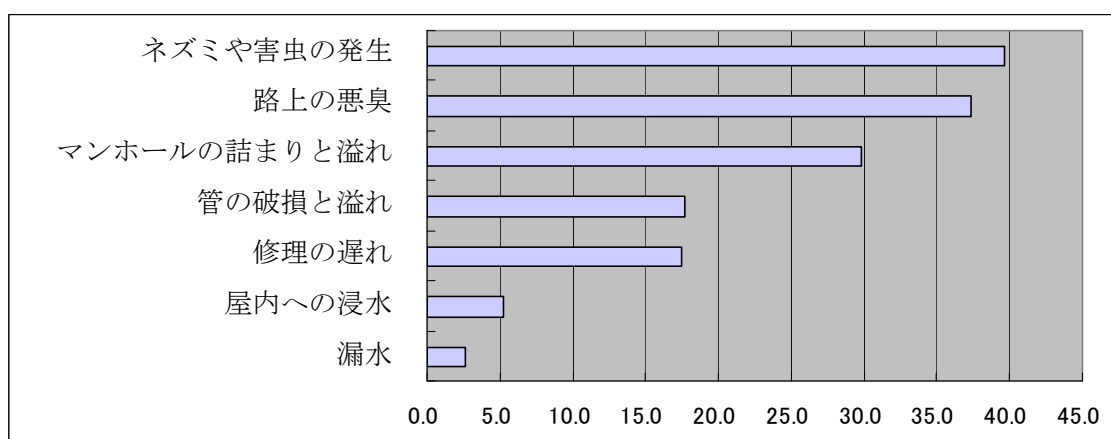
ネズミや害虫の発生、道路の悪臭、マンホールの詰まりと洪水、などが主な問題点として指摘された。ただし、これらの問題点は、下水道ネットワークだけに問題が有るわけではなく、マンホールへごみを廃棄する悪習や、マンホール蓋の盗難が状況を悪化させている。

特にカヤオ区においては、悪臭は下水道のマンホールからだけでなく、（海が近いために）海洋生物由来の廃棄物からも発生している。また、道路の悪臭は近隣住民が街角や空き地にごみを不法投棄することも原因の一つとして挙げられる。また、調査結果では、近隣住民による不法接続、及び屋内浸水については、問題が小さいと評価されている。

表 2.5.6-16: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けている地域」における屋外の主な問題点（問題が有ると回答された割合）

問題点	地域							合計(%)
	ロス・オリボス	サン・マルティン・デ・ポレス	カヤオ	カラパイヨ	コマス1	コマス2	プエンテ・ピエドラ	
ネズミや害虫の発生	38.0%	34.6%	50.0%	40.0%	34.6%	60.5%	34.7%	39.7
路上の悪臭	30.6%	40.4%	62.5%	43.6%	45.3%	43.2%	22.4%	37.3
マンホールの詰まりと溢れ	31.1%	21.2%	68.8%	25.5%	30.2%	36.8%	22.4%	29.9
管の破損と溢れ	18.9%	17.3%	31.3%	16.4%	20.8%	7.9%	16.3%	17.7
修理の遅れ	22.3%	9.6%	37.5%	25.5%	15.4%	0.0	14.3%	17.5
屋内への浸水	1.7%	7.7%	6.3%	12.7%	5.8%	2.6%	4.1%	5.2
漏水	5.7%	0.0	0.0	1.9%	3.8%	0.0	0.0	2.6

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

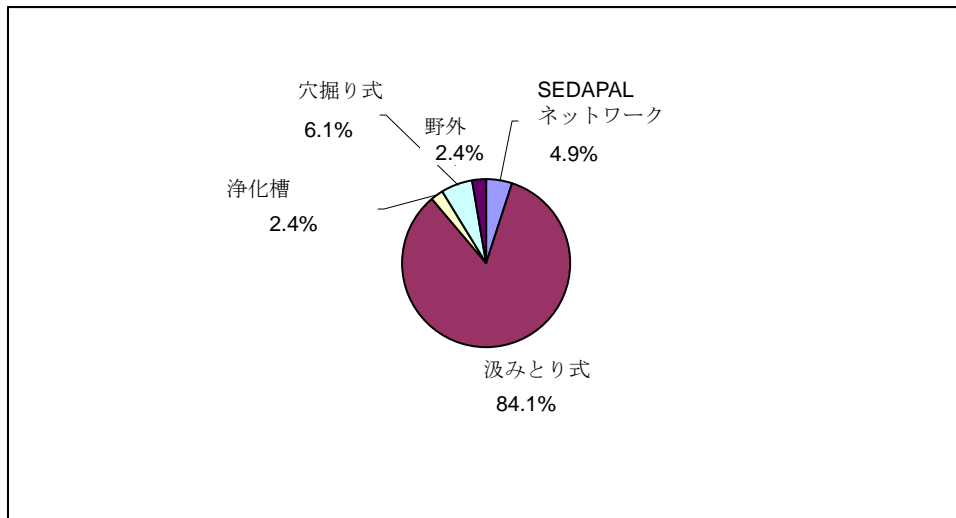
図 2.5.6-13: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けている地域」における屋外の主な問題点（問題が有ると回答された割合）

(b) リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」での問題点

i) 家庭での排泄物処理方法

調査結果によると、排泄物処理には、現在 84.1%の家庭で汲みとり式を採用しており、6.1%は穴を掘っただけのトイレを採用している。また、（無認可接続によって）リマ上下水道公社のネットワークを利用しているのは 4.9%、浄化槽を利用しているのが 2.4%、残りの 2.4%は野外で排泄を行っている。

排泄物の処理方法は、今の状況が好転しない場合、重要な問題となってくる。野外での排泄の割合は高く、また汲みとり式便所は人々が清掃に関するトレーニングを十分に受けていないことや、家庭の敷地が狭い等の理由によって衛生的な管理が実施されにくいと考えられる。

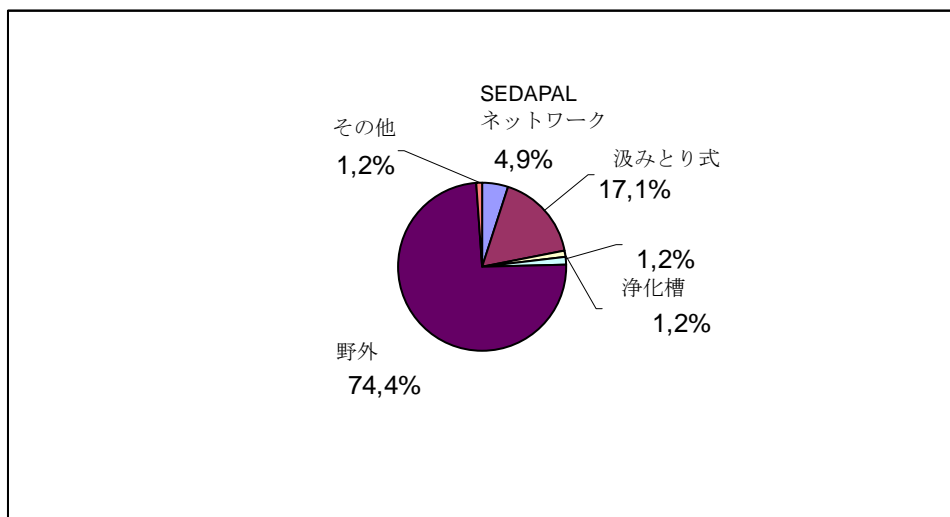


出典:JICA 調査団

図 2.5.6-14: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」における排泄物処理方法

一方、台所や浴室などからの家庭雑排水は、74.4%が野外に、17.1%は汲みとり式便所に、4.9%は（無許可での接続による）リマ上下水道公社の下水道管網に廃棄されている（図 2.5.6-15参照）。

多くの住民が路上に雑排水を投棄しているが、この地域に適切な下水道システムを導入することにより、衛生状況は改善することができる。



出典:JICA 調査団

図 2.5.6-15: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」における生活雑排水処理方法

ii) 下水サービスに関し、屋内で認識されている問題点

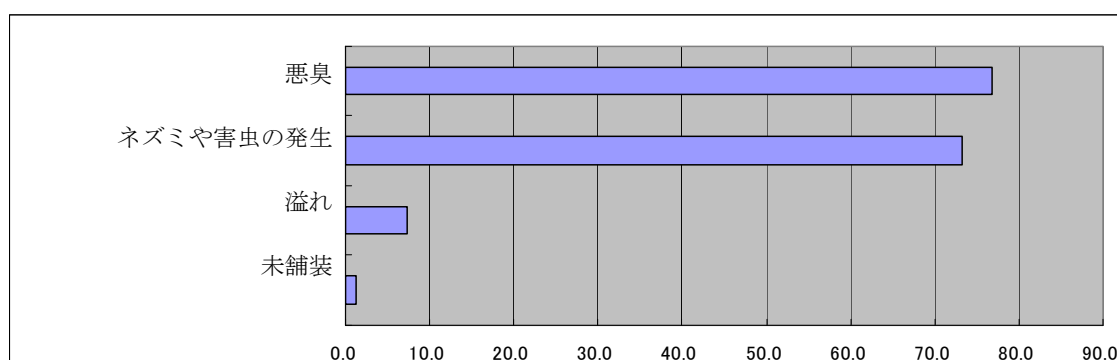
調査によると、76.8%の住民は家庭内で排泄物処理システムからの悪臭の問題を主張している。また、73.2%はネズミや害虫の発生に対し、問題があると主張している。

汲みとり式、穴掘り式、浄化槽を用いた原始的な処理システムは排泄物を長く家屋敷地内に留めておくため、的確なメンテナンスが行われない場合、人々の健康に危険を及ぼすことがある。

表 2.5.6-17: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」の排泄物処理の問題点

問題点	地域			合計 (%)
	サン・マルティン・デ・ポレス	カヤオ	プエンテ・ピエドラ	
悪臭	70.2%	84.6%	88.9%	76.8
ネズミや害虫の発生	70.2%	80.8%	66.7%	73.2
溢れ	6.4%	3.8%	22.2%	7.3
未舗装	2.1%	0.0	0.0	1.2
合計サンプル数	39	34	9	

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-16: リマ上下水道公社の下水サービスを「受けていない地域」の排泄物処理の問題点

iii) 排水システムの維持と清掃にかかる費用

表 2.5.6-18 のとおり、各世帯の処理システムの一か月の平均メンテナンス費用合計（石灰、消毒剤、清掃用具など）は9.9ヌエボ・ソルの結果となった。

表 2.5.6-18: 排水システムの維持・清掃費用

地域	総サンプル数	各世帯の処理システムの一か月の平均メンテナンス費用 (S/.)
サン・マルティン・デ・ポレス	47	12.7
カヤオ	26	5.3
プエンテ・ピエドラ	9	9.2
合計	82	9.9

出典: JICA 調査団

(c) 既存サービスのレベルに対する評価

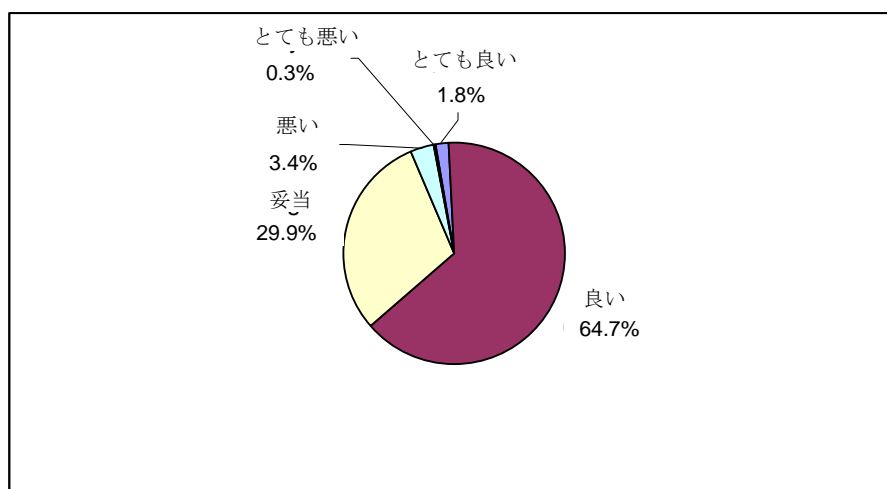
i) リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」

住民が持つ、リマ上下水道公社の下水サービスに対する評価の結果を表 2.5-6-19 に示す。ネズミや害虫、悪臭、詰まりなどに対して不満を抱えている割合は 30%程度と高かったものの、95%以上の住民はサービスについて“良い”もしくは“妥当”であると考えており、評価は比較的良い。

表 2.5.6-19: リマ上下水道公社の下水道サービスに対する評価

回答	地域							合計 (%)
	ロス・オリポス	サン・マルティン・デ・ポレス	カヤオ	カラバイーヨ	コマス 1	コマス 2	プエンテ・ピエドラ	
とても良い	3.3%	3.8%	0	0	1.8%	0	0	1.8
良い	60.2%	69.2%	75.0%	63.2%	76.4%	49.1%	72.9%	64.7
妥当	32.5%	25.0%	18.8%	34.2%	18.2%	49.1%	20.8%	29.9
悪い	4.1%	1.9%	6.3%	0	3.6%	1.9%	6.3%	3.4
とても悪い	0	0	0	2.6%	0	0	0	0.3
総サンプル数	123	52	16	38	55	53	48	385

出典:JICA 調査団



出典:JICA 調査団

図 2.5.6-17: リマ上下水道公社の下水サービスに対する評価

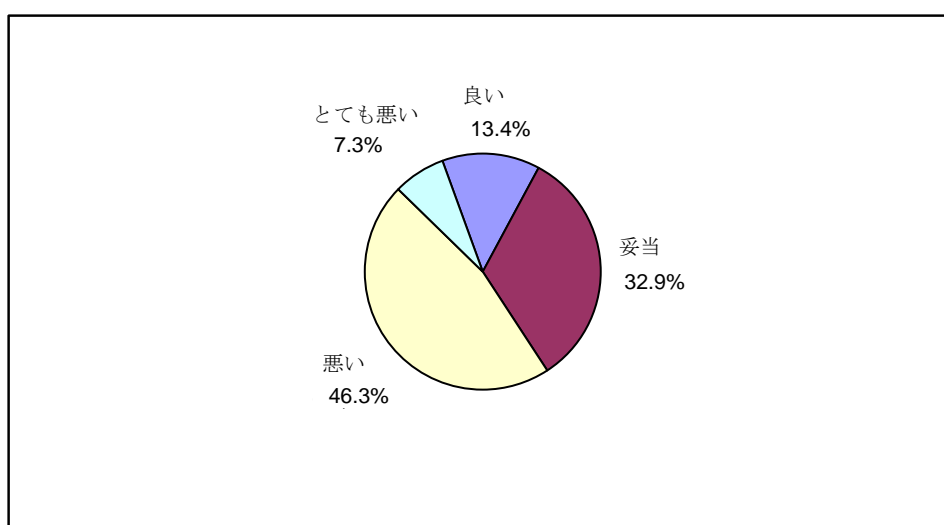
ii) リマ上下水道公社による下水サービスを「受けていない地域」

調査によると、現在の下水道サービスについて 46.3%は“悪い”、32.9%は“妥当”、13.4%は“良い”、7.3%は“とても悪い”と評価している。（表 2.5.6-20）。

表 2.5.6-20: 現在の下水道システムに対する評価

回答	地域			合計 (%)
	サン・マルティン・デ・ポレス	カヤオ	プエンテ・ピエドラ	
とても良い	0.0	0.0	0.0	0.0
良い	7.7%	14.7%	33.3%	13.4
妥当	12.8%	47.1%	66.7%	32.9
悪い	69.2%	32.4%	0.0	46.3
とても悪い	10.3%	5.9%	0.0	7.3
総サンプル数	39	34	9	82

出典:JICA 調査団



出典:JICA 調査団

図 2.5.6-18: 現在の下水道システムに対する評価

7) 徴収料金

(a) 上下水道サービスにかかる費用

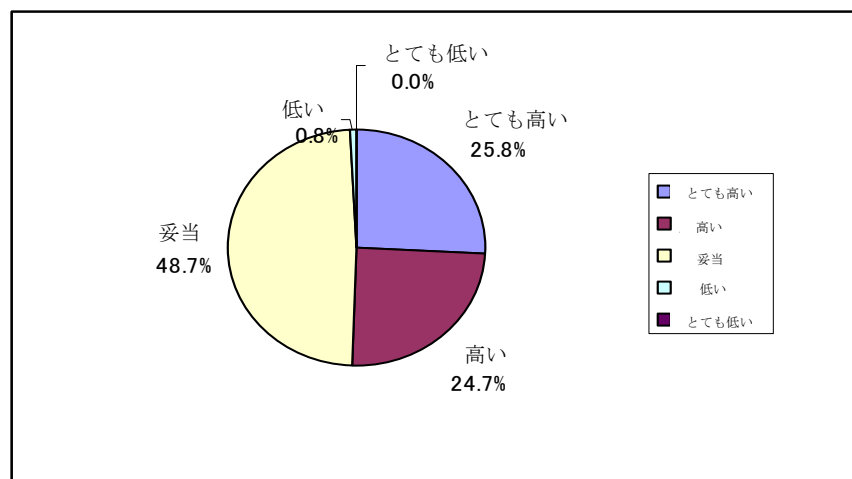
前述の表 2.5.6-7 はリマ上下水道公社の上下水道サービスの利用者が払う月額料金の平均額を示しており、全地域の平均は 42.9 ヌエボ・ソルとなっている。また、表 2.5.6-11 と 2.5.6-18 はリマ上下水道公社によるサービスを受けていない住民が水を購入するために月額 44.10 ヌエボ・ソル、下水処理の維持・清掃に月額 9.9 ヌエボ・ソル支払っていることを示している。この結果から、リマ上下水道公社からの上下水道サービスを受けていない世帯では、低レベルなサービスに対し、より多くの費用を負担していることがわかる。

(b) 上下水道サービスの料金に対する評価

現在、支払っている費用に対し、住民が抱いている評価に対する調査結果を以下に示す。

i) リマ上下水道公社によるサービスを「受けている地域」

家族で払う上下水道サービスの料金に関して、利用者の約半数は高いと評価しており、残りの半数は妥当であると評価している。

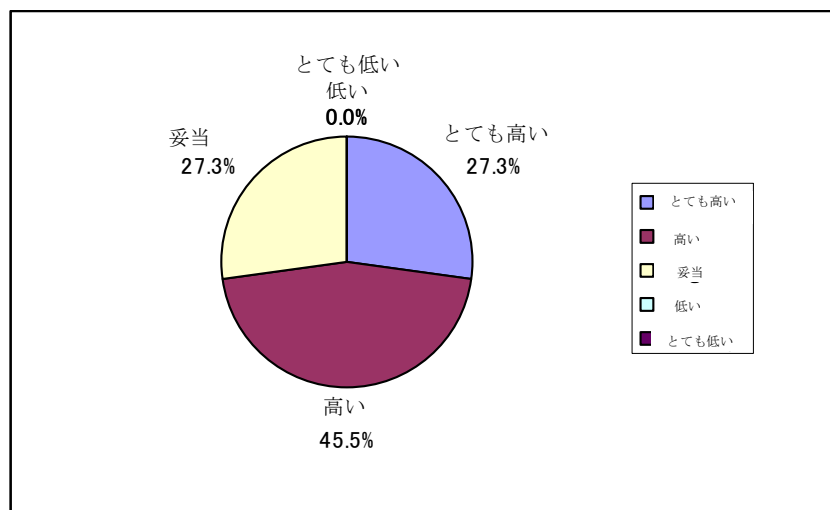


出典: JICA 調査団

図 2.5.6-19: リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」における上下水道サービスの料金に対する評価

ii) リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」

45.5%の回答者は既存の水道サービスの料金(下水の維持管理費は含まない)に対して“高い”と評価しており、27.3%は“とても高い”、27.3%は“妥当”であると評価している。この評価傾向はどのセクターにもあまり違いはない。



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-20: リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」における既存の水道サービスの料金に対する評価

8) 料金の妥当性

各地域の世帯における収入と支出の合計と上下水道サービスに支払っている平均額を以下に示す。平均すると、リマ上下水道公社によるサービスを「受けてい

る世帯」では月額家計収入の 2.08%を上下水道サービスに対して支払っており、サービスを「受けていない世帯」では 3.53%を支払っている。世界銀行や米州開発銀行、その他の国際機関では、上下水道サービス費用として家計収入の 5.0%以下を推奨しており、その値より小さい値を示している（表 2.5.6-21、表 2.5.6-22 参照）。

表 2.5.6-21: リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」
での上下水道サービス費用と収入・支出

地域	セクター	平均月収 (S/.)	平均月支出 (S/.)	上下水道 サービス月額 (S/.)	サービス月額 /月収	サービス月額 /月支出
ロス・オリーボス	83	3,826	1,523	70.9	1.85%	4.66%
	84	2,083	1,409	46.6	2.24%	3.31%
	85	2,238	1,471	46.3	2.07%	3.15%
サン・マルティン ・デ・ポレス	212	1,988	1,225	43.0	2.16%	3.51%
	213	1,734	1,086	39.1	2.25%	3.60%
カヤオ	259	1,731	1,370	30.1	1.74%	2.20%
コマス 1	345	1,650	1,186	30.7	1.86%	2.59%
	346	1,410	930	45.1	3.20%	4.85%
	347	1,709	1,231	53.2	3.11%	4.32%
コマス 2	348	1,817	1,147	39.6	2.18%	3.45%
	349	1,886	1,134	29.7	1.57%	2.62%
カラバイーヨ	350	1,887	1,351	44.5	2.36%	3.29%
	351	1,795	972	34.4	1.92%	3.54%
プエンテ・ピエドラ	368	1,684	1,219	27.4	1.63%	2.25%
	369	1,659	1,257	27.1	1.63%	2.16%
合計		2,058	1,275	42.9	2.08%	3.36%

出典: JICA 調査団

表 2.5.6-22: リマ上下水道公社のサービスを「受けていない地域」
での上下水道サービス費用と収入・支出支払額

地域	セクター	平均月収 (S/.)	平均月支出 (S/.)	上水道 サービス月額 (S/.)	下水道 サービス月額 (S/.)	サービス月額 /月収	サービス月額 /月支出
サン・マル ティン・デ ポレス	251	2721	1651	61.9	9.3	2.62%	4.31%
	252	1530	1024	74.6	12.1	5.67%	8.47%
	253	1883	1027	63.1	9.7	3.87%	7.09%
	254	1108	962	47.9	28.5	6.90%	7.94%
	255	2125	954	53.5	7.5	2.87%	6.39%
カヤオ	256	1097	744	25.8	7.4	3.03%	4.46%
	257	995	585	18.8	4.6	2.35%	4.00%
	258	850	582	29.3	2.0	3.68%	5.38%
	261	1475	805	61.3	3.3	4.38%	8.02%
	262	1615	987	27.5	5.0	2.01%	3.29%
	263	1225	1248	78.8	0.0	6.43%	6.31%
プエンテ・ピ エドラ	361	1400	1115	0.0	9.6	0.69%	0.86%
	370	1138	1030	7.0	8.8	1.39%	1.53%
合計		1534	1019	44.1	10.0	3.53%	5.31%

出典: JICA 調査団

9) 支払い意思額 (WTP)

本調査では支払い意思額の分析を、仮想評価法（CVM）により実施した。

仮想評価法は公共サービスの特性、環境影響方針などにより派生する便益と費用を計測する手法の一つである。本手法は直接的かつ非市場的な手法であり、つまり実際の市場の情報ではなく、公共サービスや環境の仮想的な市場を基準にしている。

この仮想評価法は、「回答者は上下水道サービス向上を裨益し、上下水道料金に追加的な費用を支払う」、「回答者の仮想市場の動向は実際の市場の動向と一致している」、「回答者は上下水道サービス向上による利益に関する情報を完全に共有している」、などの仮定に基づいている。

本調査では、仮想評価法の二段階二肢選択方式（2 択の質問を 2 回繰り返す）を採用した。手順としては、まず現段階での追加徴収料金を回答者に示し、受け入れられる額かどうかを尋ねる。次に、回答者が最初の質問に対して“はい”と答えた場合にはより高い額を提示し、“いいえ”と答えた場合にはより低い額を提示する。全てのアンケート結果は、回答値がどのように分布するかが予想され、平均値が求められるが、本調査では、自然対数(logit-linear)モデル（2 項回帰による線形モデルでの可能性予測）が用いられた。

また、質問で掲示される金額は、初回の提示金額によるバイアスを避けるために表 2.5.6-23、24 で示される 5 種類の質問票を作成し、ランダムで選択する方式とした。

(a) リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」

i) 上下水道サービス向上に対する追加的支払い意思額

この手法では、対象者に対して上下水道サービスの向上に対する、現料金に追加して支払う場合の支払い意思額について質問した。調査結果を以下の表 2.5.6-23,24 に示す。

評価は、支払意思額の差異を確認するために、リマ上下水道公社のサービスを「受けている地域」でも、24 時間給水を受けている地域と、給水制限がある地域（Comas-2 地区のみ）に分けて分析した。

24 時間水道サービスを受けている世帯では支払い意思額の平均は月額 8.18 ヌエボ・ソルとなった。中央値は月額 4.49 ヌエボ・ソルとなり、50%の世帯はこの額までしか支払う意思がない。その一方で、一日数時間しか水道サービスを受けていない世帯（Comas-2 区）では、支払い意思額の平均は月額 13.57 ヌエボ・ソルとなり、中央値は月額 8.54 ヌエボ・ソルとなっており、24 時間水道サービスを受けている世帯に比べて支払い意思額は高い（表 2.5.6-23.）。

表 2.5.6-23: 上下水道サービスの向上に対する支払い意思額

サービス形態	中央値 (月額 S/.)	平均値 (月額 S/.)
24時間水道サービスを受けている世帯	4.49	8.18
24時間水道サービスを受けていない世帯	8.54	13.57

出典: JICA 調査団

表 2.5.6-24: リマ上下水道公社のサービスを
24時間受けている地域での支払い意思額 (WTP) ^{1/}

分類	質問 1	質問 2	YY	YN	NY	NN	合計
1	月額 S/ 3.00	月額 S/ 1.50、もしくは月額 S/ 5.00	17	27	10	19	73
2	月額 S/ 5.00	月額 S/ 3.00、もしくは月額 S/ 10.00	6	23	7	33	69
3	月額 S/10.00	月額 S/ 5.00、もしくは月額 S/ 20.00	2	23	13	33	71
4	月額 S/20.00	月額 S/ 10.00、もしくは月額 S/ 30.00	0	14	12	42	68
5	月額 S/30.00	月額 S/ 20.00、もしくは月額 S/45.00	0	6	9	40	55
			25	93	51	167	336

1/ コマス 2 区を除く

注: 質問 1 が“はい”の場合、質問 2 は高い方の金額、“いいえ”の場合は低い方の金額が提示される

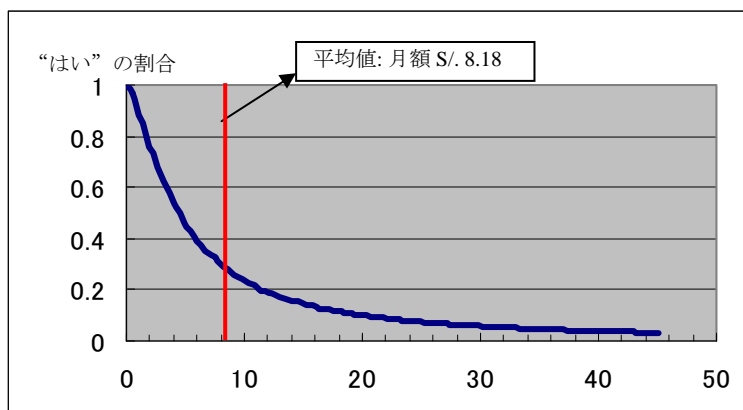
YY: 質問 1 が“はい”、質問 2 が“はい”

YN: 質問 1 が“はい”、質問 2 が“いいえ”

NY: 質問 1 が“いいえ”、質問 2 が“はい”

NN: 質問 1 が“いいえ”、質問 2 が“いいえ”

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-21: 水道サービス向上に対する追加支払い意思額の推定

表 2.5.6-25: リマ上下水道公社のサービスを制限給水で受けている地域（コマス-2区）での支払い意思額

分類	質問 1	質問 2	YY	YN	NY	NN	合計
1	月額 S/. 3.00	月額 S/. 1.50、もしくは月額 S/. 5.00	4	4	1	4	13
2	月額 S/. 5.00	月額 S/. 3.00、もしくは月額 S/. 10.00	3	6	0	2	11
3	月額 S/. 10.00	月額 S/. 5.00、もしくは月額 S/. 20.00	1	6	2	2	11
4	月額 S/. 20.00	月額 S/. 10.00、もしくは月額 S/. 30.00	1	6	1	3	11
5	月額 S/. 30.00	月額 S/. 20.00、もしくは月額 S/. 45.00	0	1	2	4	7
			9	23	6	15	53

注：最初の質問が“はい”の場合、2回目の質問は高い方の金額、“いいえ”の場合は低い方の金額が掲示される

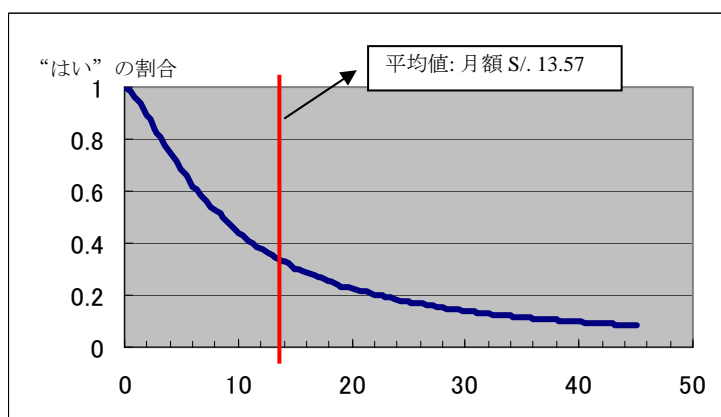
YY: 質問 1 が “はい”、質問 2 が “はい”

YN: 質問 1 が “はい”、質問 2 が “いいえ”

NY: 質問 1 が “いいえ”、質問 2 が “はい”

NN: 質問 1 が “いいえ”、質問 2 が “いいえ”

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-22: リマ上下水道公社のサービスを制限給水で受けている地域（コマス-2区）での支払い意思額の推定

支払い意思額（WTP）の結果は、プロジェクトの妥当性を評価する、後述の経済分析における便益計算に用いられる。

(b) リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」

i) リマ上下水道公社の適切な上下水道サービス導入に対する支払い意思額

本調査では、リマ上下水道公社のサービスを受けていない地域の住民に対し、現在のシステムへ代替となるリマ上下水道公社による適切な上下水道サービス提供のために支払う支払意思額を質問した。

質問は、初期質問金額によるバイアスを避けるために、表 2.5.6-27 に示す 5 種類の質問票を作成し、各質問の際、ランダムに選んで質問した。

調査結果は、支払意思額の平均は月額 21.46 ヌエボ・ソル、中央値は月額で 17.28 ヌエボ・ソルとなった。

表 2.5.6-26: リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」における、適切な上下水道サービス導入に対する代替的支払い意思額

サービス形態	中央値 (月額 S/.)	平均値 (月額 S/.)
リマ上下水道公社によるサービスを受けていない	17.28	21.46

出典: JICA 調査団

表 2.5.6-27: リマ上下水道公社によるサービスを「受けていない地域」における代替的支払い意思額調査の結果

分類	質問 1	質問 2	YY	YN	NY	NN	合計
1	月額 S/ 10.00	月額 S/ 5.00、もしくは月額 S/ 15.00	4	12	1	1	18
2	月額 S/ 15.00	月額 S/ 10.00、もしくは月額 S/ 30.00	1	7	6	1	15
3	月額 S/30.00	月額 S/ 15.00、もしくは月額 S/ 45.00	2	3	5	6	16
4	月額 S/45.00	月額 S/ 30.00、もしくは月額 S/ 65.00	1	1	4	9	15
5	月額 S/65.00	月額 S/ 45.00、もしくは月額 S/100.00	0	1	1	11	13
			8	24	17	28	77

注：最初の質問が“はい”の場合、2回目の質問は高い方の金額、“いいえ”の場合は低い方の金額が掲示される

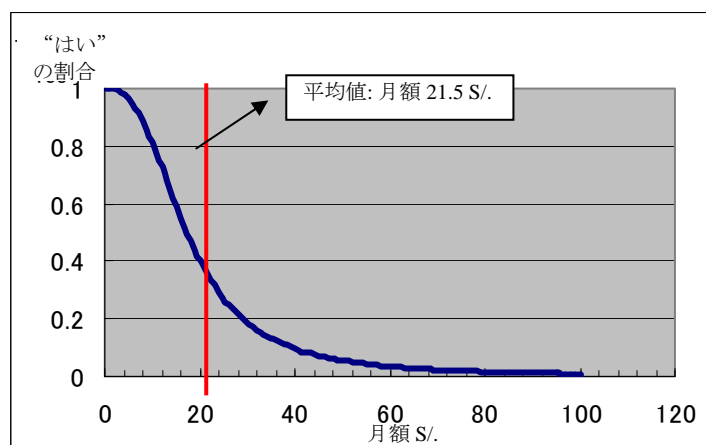
YY: 質問 1 が “はい”、質問 2 が “はい”

YN: 質問 1 が “はい”、質問 2 が “いいえ”

NY: 質問 1 が “いいえ”、質問 2 が “はい”

NN: 質問 1 が “いいえ”、質問 2 が “いいえ”

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2.5.6-23: リマ上下水道公社によるサービスを受けていない地域における、適切な上下水道サービス導入に対する代替的支払い意思額の推定

一般的に、サービスが向上する場合に支払う支払い意思額は、現在払っている料金 44.1 エボ・ソル/月（表 2.5.6-22 参照）を超えることが普通であるが、その値より低い結果となった。

支払い意思額がそれほど高くなかった理由としては、「住民の現支払額の理解不足」、「調査時に向上したサービスが想像しにくかった」等が挙げられる。実際に、リマ上下水道のサービスを受けていない地域のサンプル数は 82 と少ない

め、より正確な支払い意思額を調べたい場合には、多くのサンプルを用いたより詳細な調査の実施が必要である。

なお、本数値（サービスを受けていない地域住民の支払意思額）は後述の経済分析には利用していない。

2.5.7 地理的・地質的特性

(1) 地理的特性

1) 背景

本調査では、本事業で工事が行われる地域（特に、更新工事ではなく新設工事画行われる箇所）とその周辺の標高、勾配、およびその他の地形的特性を把握するために測量調査を実施した。

2) 位置

調査対象地域は、UTM 座標で北が 274,930.482 から 8,685,434.462、南が 267,601.314 から 8,673,667.189、東が 282,805.503 から 8,682,343.127、西が 266,216.240 から 8,683,112.935 に位置している。

標高は、コマス区のコイケ地区で最も高い海拔 550m の地点があり、アンデス山脈につながる山岳地帯はこの調査対象地域東端部から始まっている。また、調査対象地域の北側と南側は、それぞれチジョン川とルリン川による溪谷が境界となっている。西側は太平洋であり、その太平洋に注ぐチジョン川とルリン川の河口のあいだの距離は 65km である。

3) 地形

調査対象地域の大部分は平地で、平均 4% から 5% 程度の勾配が北東から南西に向かっていている。市街地を流れるリマック川はリマ首都圏とペルー中央部のアンデス地域を結ぶ主要経路で、東から西に向かって市街地内を流れた後にカヤオ港の北側で海に注いでいる。

4) 測量調査

測量調査では、配管ルートに沿った平面測量および 20m ごとの横断測量を行うとともに、配水池やポンプ場など主要施設の標高を確認するための水準測量を行った。調査結果の詳細は添付資料 A1 を参照とする。

5) SEDAPAL の既存測量データの妥当性

本調査では、SEDAPAL が管理している既存データの妥当性を検証するため、対象地域内の 12 箇所で今回の測量結果との比較を行った。その結果、表 2.5.7-1 に示すように平均 0.64m (0.15m から 2.82m) の相違が確認され、特に標高の高い地点での相違が大きかった。したがって、今回の測量調査対象地域外も含め SEDAPAL の既存測量データは実情と異なる場合が多く、その利用にあたっては注意が必要であることが分かった。

表 2.5.7-1: SEDAPAL の既存測量データの検証

本調査の測量結果と SEDAPAL の既存測量データの比較						
番号		座標		標高		
		東経	緯度	SEDAPAL	調査結果	相違
1	1	274,084.436	8,677,541.998	80	77.69	2.32
	2	274,235.737	8,677,286.941	77.5	77.29	0.21
2	3	274,580.613	8,676,807.824	75	74.73	0.27
	4	274,390.152	8,676,567.701	72.5	73.43	-0.93
3	5	274,602.520	8,676,014.247	67.5	69.03	-1.53
	6	274,676.253	8,675,098.591	62.5	62.65	-0.15
4	7	274,328.342	8,674,745.646	57.5	58.45	-0.95
	8	273,425.350	8,674,459.793	47.5	49.29	-1.79
5	9	273,408.774	8,674,145.320	42.5	44.56	-2.06
	10	273,803.457	8,676,602.232	70	70.16	-0.16
6	11	273,289.489	8,676,799.118	70	69.79	0.21
	12	273,670.950	8,676,398.349	65	67.31	-2.31
7	13	273,196.017	8,675,811.341	85	85.40	-0.40
	14	273,641.162	8,675,863.514	60	61.69	-1.69
8	15	273,669.629	8,675,074.771	52.5	54.38	-1.88
	16	274,028.799	8,675,334.515	57.5	59.02	-1.52
9	17	272,644.118	8,674,941.213	45	46.82	-1.82
	18	272,191.584	8,673,834.571	35	36.63	-1.63
10	19	272,614.601	8,674,556.299	42.5	45.32	-2.82
	20	273,211.372	8,677,425.833	75	74.49	0.51
11	21	273,932.072	8,677,624.915	80	79.80	0.20
	22	273,152.768	8,678,579.283	80	79.05	0.95
12	23	273,747.124	8,678,870.482	90	89.02	0.98
	24	280,642.176	8,682,206.693	320	321.22	-1.22
11	25	281,390.671	8,682,456.425	388	390.45	-2.45
	26	279,452.723	8,681,870.164	238	235.10	2.90
平均						-0.64

出典: JICA 調査団

(2) 地質的特性

本調査では、調査対象地域の地質条件を確認するために地質調査を実施した。調査結果の詳細は添付資料 A2 を参照とするが、以下にその結果の概要を示す。

1) 地質条件

対象地域の地表は主に、エンテ・ピエドラ区とロス・オリゴス区の区境を流れるチジョン川による堆積物に覆われているが、一部では岩が露出している地域もある。施工の容易さを考えると、上下水道管は古い沖積層に埋設することが望ましい。

地表より 1.5m から 3.0m の表層は砂混じりシルト、砂混じり粘土、シルト混じり粘土または粘土から成っている。その下には様々な粒度で、かつ緩い～中度に締め固まった砂礫層があり、最大で直径 50cm 程度の巨礫も混在している。この地域の地下水位は低く、一般的に地盤高から 10m 以深である。

このような一般的な地層構成は、穏やかに堆積した沖積層が主要な対象地域全体に共通で、砂層、粘土層、比較的密または緩い砂礫層などは成層をなしている。また、粒径の小さい土は表層付近にみられ、また粒径の大きい土はその下に分布している。ただし、ここ 20 年間のリマ北部の都市化に伴い、表層が埋戻し土または盛土となっている地域も多い。

対象地域内の人口密集地域、すなわち本事業のような上下水道事業が必要とされている地域はその多くがチジョン川から離れた地域であるため、氾濫や河床および河川敷の浸食などにより影響されることは考えにくい。ただし、一部の地域（コイーケ地区、ロス・オリーボス区のヌエバ・パトリア配水池およびオリーボス・プロ R-1 配水池の周辺、ベンタニーヤ区のマルケス R-522 配水池周辺など）では、局所的ではあるものの地表より 10cm または 50cm の深度に風化の進行した岩が分布しており、それを考慮した施設計画を実施することが望ましい。

対象地域では中程度から密に締まった沖積の砂礫が地表から 20m の深度まで分布していることから、地震への応答はこの砂礫の挙動に支配されると考えられる。すなわち、対象地域の土の地震に関する特性は、比較的締まった砂礫の一般特性としてせん断波速度は 750m/秒から 1,000m/秒程度、固有周期は 0.40 秒以下と推定される。また、局所的には 1.15 倍程度までの地震波の増幅も生じ得る。

現場の土が支持力相当で 1.0kgf/cm^2 から 2.0kgf/cm^2 程度の比較的緩い土の場合、人力でも容易に掘削することができるが掘削時に山留の設置が必要になる可能性がある。掘削深さが 2.5m を超える場合は山留を設置することが望ましい。

対象地域では、掘削による発生土は物理的特性や化学的特性から埋戻し土として不適な場合がある。ここで言う物理的特性とは締め固めに適さない性質であり、科学的特性とは対象地域の多くの表土で見られる強腐食性（コンクリート構造物を腐食させる）のことであるが、このような場合、他の地域から搬入または購入した土（客土）を用いて埋め戻す必要がある。実際、対象地域のうち RP-2 セロ・オケンド配水池の周辺や R-522 マルケス配水池の周辺等では客土を用いて埋め戻しが行われている。

このような強腐食性の土は対象地域の 60% に存在し、埋戻し土に客土を使用することに加え、その程度に応じて耐腐食性の高いコンクリート（SEDAPAL の仕様でタイプ V と呼ばれている）を使用したりポリエチレン・スリーブによる配管防護を行うことが望ましい。

2) 結論

地質調査の結果より、施設の計画、設計、および将来の施工においては以下の事項に留意することが推奨される。

- a) 掘削される土の 95% は密でなく乾燥した礫質土、粘土、シルトであり、人力掘削も容易に行える。ただし、一部では風化が進み目の多い岩が存在する地域もあり、その場合は掘削に大きな手間が生じる。
- b) 掘削深さ 2.5m 以上の場合は土留の設置が必要である。
- c) 配管基礎については、高い地下水位や軟弱な地盤など支障となる条件はないため特別な配慮は不要である。
- d) 概略設計においては、管底面の深さが地表から 1.5m 程度として、普通土の支持力は 1.0kgf/cm^2 、砂礫の場合は 2.0kgf/cm^2 程度を想定することが推奨される。
- e) 発生土の約半分は埋戻し土として利用可能と推定される。強腐食性土など埋戻し土として不適切な土については廃棄し客土を用いて埋め戻しを行うべきである。

- f) 調査対象地域の約 60%の地域で腐食性の高い土が存在している。そのような地域では、コンクリート構造物では耐腐食性の高いコンクリート（SEDAPAL の仕様ではタイプ V と呼ばれる）を用い、ダクタイル鋳鉄管にはポリエチレン・スリーブによる防護を施す必要がある。
- g) 既存配管の更新においては、不適切な埋戻し土は埋戻し用の客土に入れ替える必要がある。
- h) 最小土被りは 1.2m とし、埋戻しにおいては十分に締め固めを行わなければならない。

2.5.8 既存水道施設の現状診断

(1) 「セクター」の見直しと「サブ・セクター」の導入

「セクター」とは、SEDAPAL の既存水道事業運営における基本単位である。しかし、その「セクター」は規模にばらつきがあるなど、本事業で実施する水道システムや無収水管理の改善を適切に行うにはその再編が必要である。したがって、本調査では、現行の「セクター」を必要に応じていくつかのセクターに分割することを提案する。また、本調査では、再編されたセクターをさらに分割する「サブ・セクター」（原則として各サブ・セクターは1つの既存配水池を有する）の概念を導入し、独立した流量管理および水圧管理を行う水運用上の最小基本単位とすることを提案する。「セクター」の再編とサブ・セクターの導入にあたっての考え方は第3章 3.4.2 節および第 3.4.3 節を参照とする。

本章の現状診断では、現行の「セクター」と本調査で提案する「セクター」を明確にするため、前者を「現行セクター」、後者を単に「セクター」と表記する。これは、第3章以降も同様とする。

現行セクター（32 個）、セクター（41 個）、およびサブ・セクター（63 個）の関係を下表に示す。

表 2.5.8-1: 現行セクター、セクター、およびサブ・セクターの関係

区	現行セクター	セクター	サブ・セクター
ロス・オリーボス (Los Olivos)	83	83 A	83A-1, 83A-2
		83 B	83B-1, 83B-2
	84	84 A	84A-1, 84A-2
		84 B	84B-1, 84B-2
	85	85 A	85 A
		85 B	85B-1, 85B-2, 85B-3
85 C		85 C	
サン・マルティン・デ・ポレス (S.M. de Porres)	212	212 A	212A-1, 212A-2
		212 B	212B-1, 212B-2
	213	213-1, 213-2, 213-3	
	251	251	
	252	252	
	253	253	
	254	254	
カヤオ (Callao)	255	255	
	256	256	
	257	257	
	258	258	
ベンタニーヤ (Ventanilla)	259	259	
	260	260	
	261	261	
	262	262	
	263	263	
	264	264	
	265	265	
コマス (Comas)	266	266	
	345	345	
	346	346	
	347	347	
	348	348 A	348 A
		348 B	348B-1, 348B-2
349	349 A	349A-1, 349A-2, 349A-3	
	349 B	349B-1, 349B-2, 349B-3, 349B-4	
カラバイーヨ (Carabaylo)	350	350	
	351	351	
プエンテ・ピエドラ (Puente Piedra)	350-1, 350-2	350-1, 350-2	
	361	351-1, 351-2, 351-3	351-1, 351-2, 351-3
		361	361
	368	368 A	368A-1, 368A-2
		368 B	368 B
	369	369 A	369 A
369 B		369 B	
370	370	370	
計	32	41	63

出典: JICA 調査団

(2) 水道システム全般

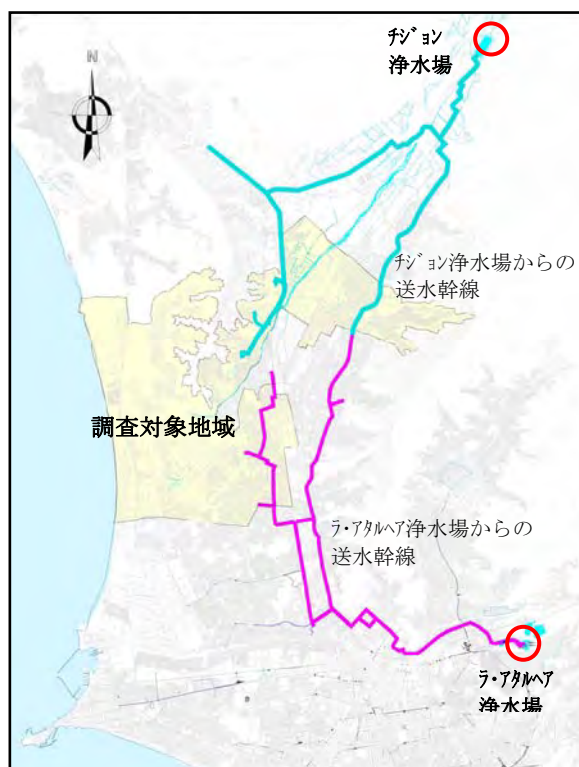
1) 既存システムの概要

現在、SEDAPAL はラ・アタルヘア浄水場およびチジョン浄水場の 2 つの浄水場を保有しており、本調査対象地域の既存送配水管網はこれらの浄水場に加え、チジョン浄水場周辺に密集する井戸群（チジョン井戸群と呼ぶ）と給水対象地域内に点在する井戸からの水を顧客へ供給している。

これらのうち、ラ・アタルヘア浄水場を起点とする送配水管網は調査対象地域の主に南部、すなわちカヤオ区、ロス・オリーボス区およびサン・マルティン・デ・ポレス区へ浄水を供給しており、一方のチジョン浄水場を起点とする送配水管網は主に北部、すなわちコマス区、カラバイーヨ地区およびプエンテ・ピエドラ区に浄

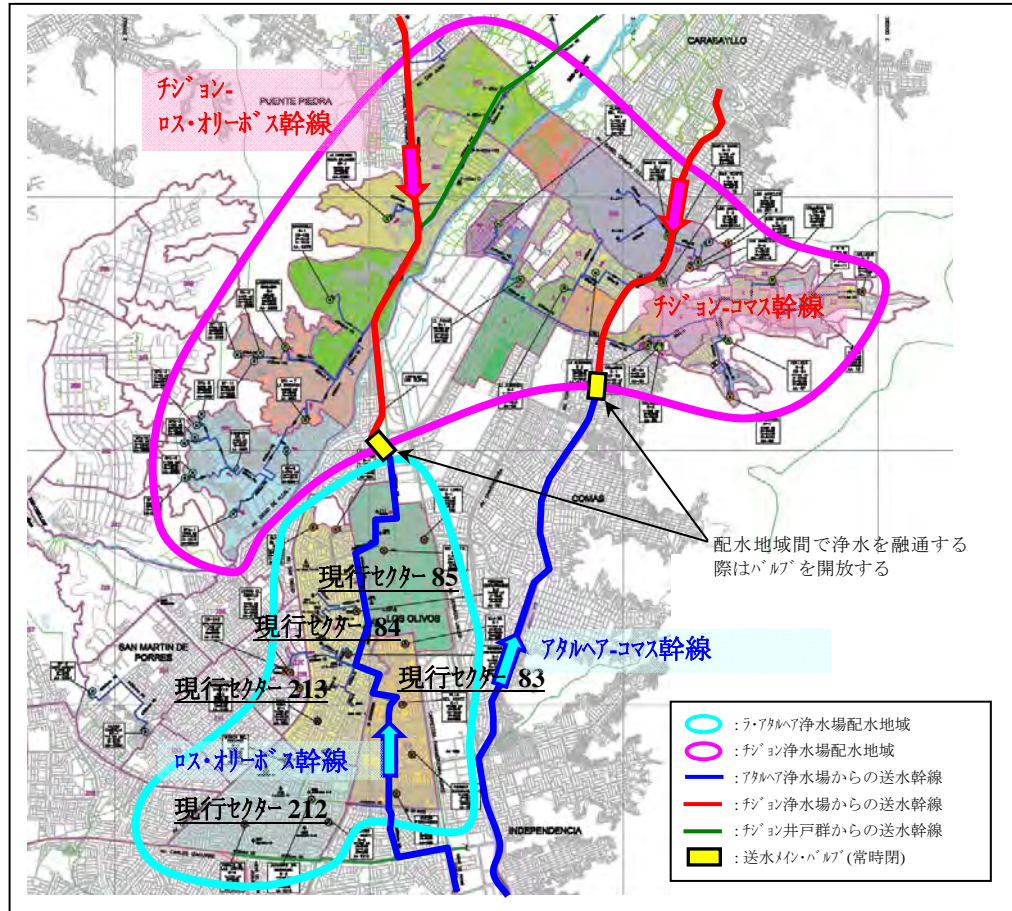
水を供給している。また、これらの送配水管網は互いに接続されており、片方の浄水場の処理水量が不足する場合に融通できるようになっている。

図 2.5.8-1 に上述の 2 浄水場の位置と調査対象地域との関係を示す。また、図 2.5.8-2 に各浄水場から調査対象地域に接続されている基幹送水施設の配置を示す。さらに、図 2.5.8-3 は、浄水場から各現行セクターまでの送水管網を模式化したものである。



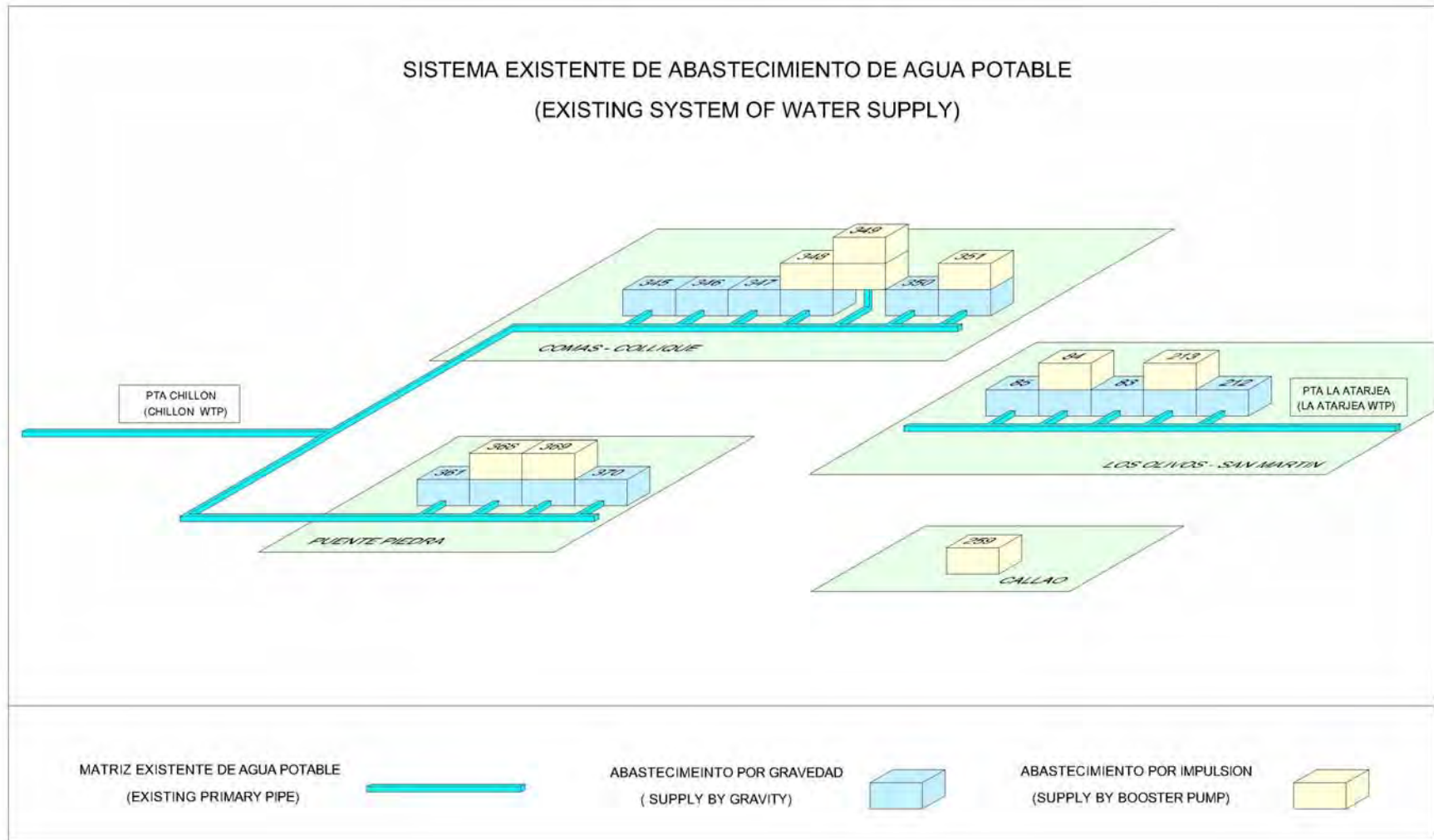
出典: JICA 調査団

図 2.5.8-1: 既存浄水場の配置および調査対象地域との関係



出典: JICA 調査団

図 2.5.8-2: 調査対象地域の送水システム



出典: JICA 調査団

図 2.5.8-3: 調査対象地域への送水管網模式図

2) セクター化

(a) 現況

水道システムの計画において、セクター化とは配水地域を独立した区域に分割し流入量や区画内の水圧・水消費量などを区画ごとに管理・監視することで、水運用の効率化や漏水なども含めた配水状況の把握を図るものである。

調査対象地域は、管理境界として現行セクターに分割されているものの、配水管網がセクター化されているのは表 2.5.8-2 に示す 11 箇所の現行セクター（すなわち、現行セクターを単位としてセクター化されている）のみであり、他の現行セクターは独立した運転管理は行えない状況にある。また、セクター化されている 11 セクターの流入部には流量計、バタフライ弁（締切りおよび圧力管理用）および水圧計を備えた流入部バルブ・ピットが設置されているが、運転や計測データの監視が自動化されているのは 5 箇所（現行セクター83、84、85、212 および 213）のみで、他の 6 箇所は流量や水圧のデータが記録されていない。

このような状況により、SEDAPAL は漏水・無収水率の現状を満足に把握することができず、かつ、地域の地理的条件等に応じた配水圧管理も不十分となっている。したがって、対象地域の水道システムを最適化するにあたり、本事業では送配水管網を改善し独立した運転や監視を可能とするセクター化を行う必要がある。

表 2.5.8-2: 流入部バルブ・ピットが設置されている
現行セクター

区	現行セクター
ロス・オリボス	83*
	84*
	85*
サン・マルティン・デ・ポレス	212*
	213*
コマス	350
	345 - 346
	347 - 346
プエンテ・ピエドラ	361
	368
	369

*: 運転・監視が自動化されている現行セクター

出典: JICA 調査団

(b) セクター化に係る現状の問題点

上で述べたように、送配水管網のセクター化が十分でないため無収水率など配水状況の把握すら満足に行えていないのが問題である。

(3) 運転状況

上述のように、対象地域では計測監視が自動化されていないため送配水管網内の水圧や流量など運転状況を把握できるデータや情報が限られているが、入手したデータと既存施設の現状や機能、および関係者へのヒアリング結果などから現在の運転状況について以下に考察する。

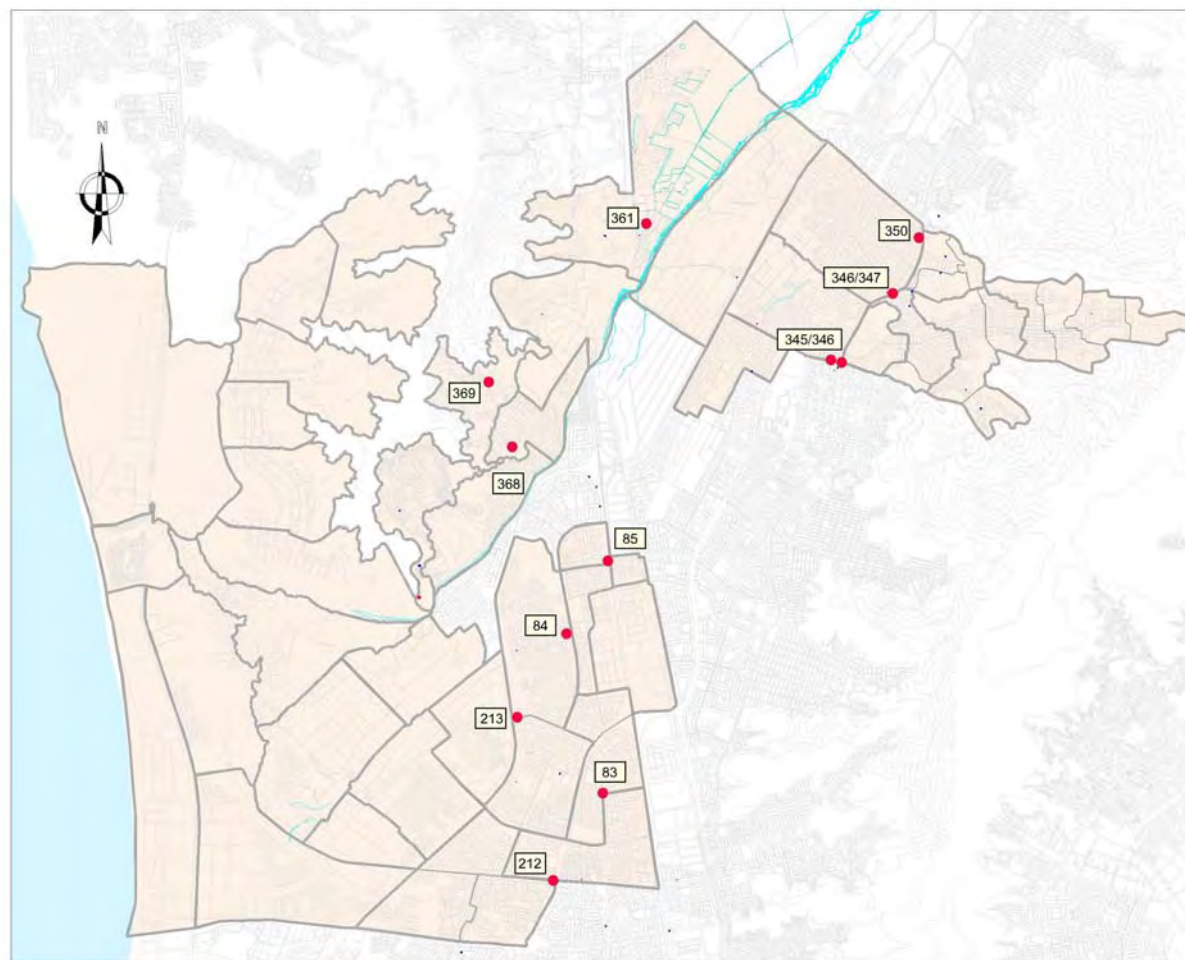
1) 流量

図 2.5.8-4 に既存のセクター流入部バルブ・ピットの配置を示す。また、それらのバルブ・ピットのうち流量および水圧が自動計測・管理されているセクター（現行セクター83、84、85、212 および 213）で実測された流量データを図 2.5.8-5 に示す。図中のデータは年間で平均的な流量パターンを示す秋季（2009年6月8日から14日）の実測値である。

各バルブ・ピットを經由した浄水は現在配水池を経ずに地域内に配水されているため、ここで示す流量はセクター内の水使用傾向をほぼ忠実に反映していると考えられる。ただし、流量が凸型の曲線を描いている現行セクター213 については、同セクター内の高高度地域へ配水する増圧ポンプがあるため、実際の水使用傾向とは異なる傾向を示している可能性が高い。

図 2.5.8-5 から分かるように、各セクター流入部の流量（すなわち水使用）は全て、日中が多く夜間が少ないという人々の生活パターンに由来する一般的な傾向を示している。ただし詳細を見ると、現行セクター85 においては夜 11 時ごろまで日中の消費水量に近い水量が記録されているという特徴があり、これは同セクター内に存在する大規模工場の稼働による影響と考えられる。

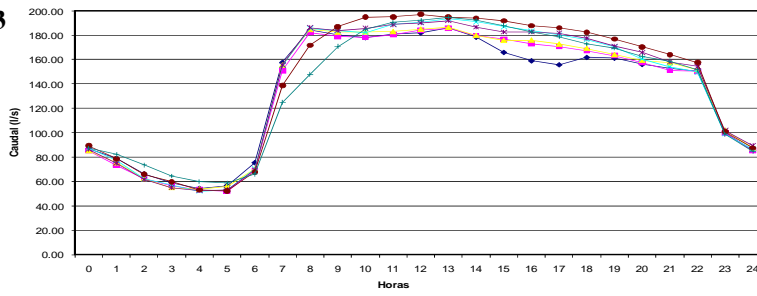
また、現行セクター213 においては朝の流量増と夕方の流量減が他のセクターよりも急激となっているが、これは、増圧ポンプの起動と停止によるものと考えられる。同じく、日中の流量がほぼ一定であるのも増圧ポンプの影響と考えられる。



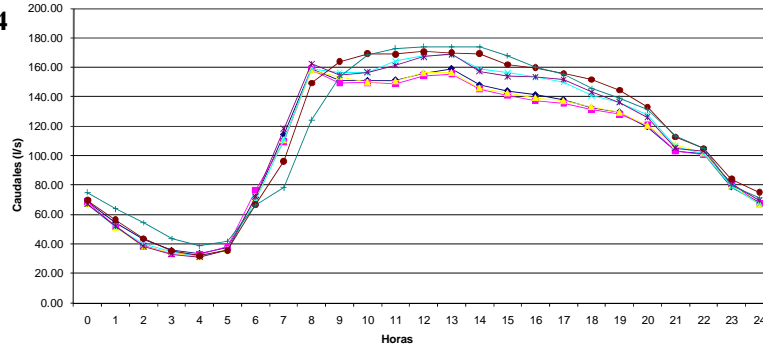
出典: JICA 調査団

図 2.5.8-4: 現行セクター流入部バルブ・ピットの配置

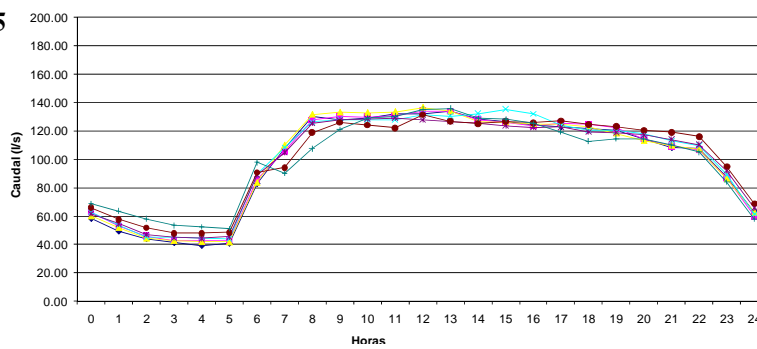
現行セクター 83



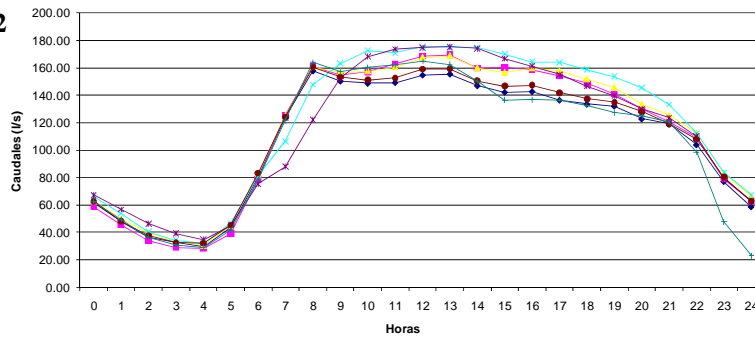
現行セクター 84



現行セクター 85



現行セクター 212



現行セクター 213

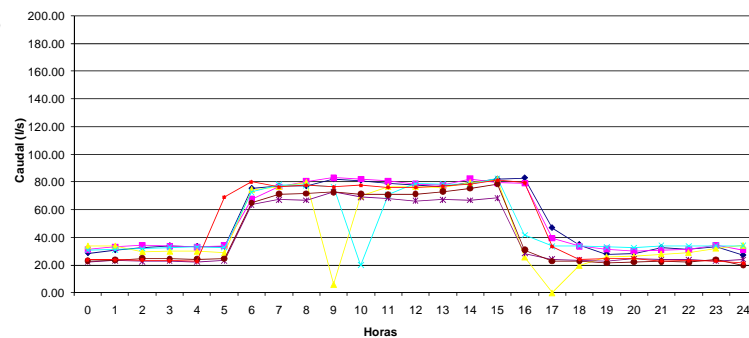


図 2.5.8-5: 現行セクター流入部の実測流量

2) 水圧

現行セクター83、84、85、212 および 213 流入部における一次側（水圧調整前）の水圧を図 2.5.8-6 に示す。また、図 2.5.8-7 および図 2.5.8-8 に同一箇所二次側（水圧調整後）の水圧と配水管網内の水圧計で計測された（ただし記録は職員の日視確認）水圧をそれぞれ示す。データは流量と同じく 2009 年 6 月 8 日から 14 の 1 週間のものである。

(a) 送水管網における水圧

図 2.5.8-6 に示す一次側水圧は、ラ・アタルヘア浄水場から各セクターに浄水を供給する送水管網内の水圧を示している。図から分かるように、計測された送水管網内の水圧は 30m から 150m のあいだを示している。また、現行セクター83、212 および 213 の流入部では常に 80m 以上の水圧が計測されている。

(b) 配水管網における水圧

図 2.5.8-7 に示す二次側水圧は、配水管網内に増圧ポンプを有する現行セクター213を除き、配水池を経ずに配水している各セクター内の配水管網における水圧を示す。

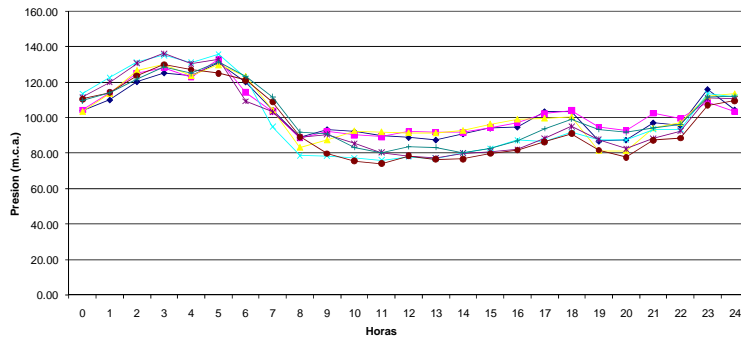
図から分かるように現行セクター83、84 および 212 における配水圧はそれぞれ 36m、25m、27m程度でほぼ一定であり、これらの現行セクターでは流入部での水圧管理が機能していることを示唆している。一方、現行セクター85 では水使用量が多い時間帯に 5m程度水圧が低下している。

(c) 水圧に係る現状の問題点

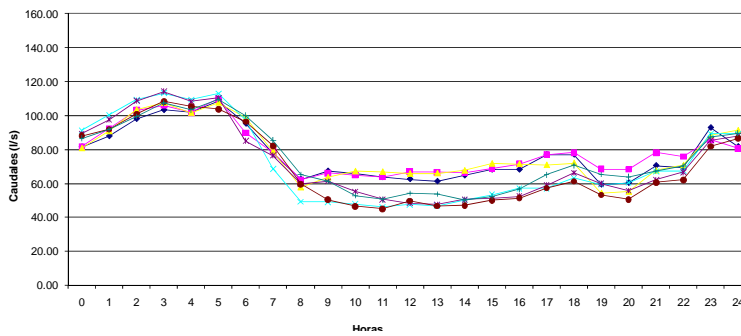
セクター流入部で計測された水圧の時系列データより、水圧管理に係る現状の問題点は以下のように整理される。

- 配管維持の観点から、送水管における常時 80m 以上かつ時折 150m もの水圧は非常に高く、管路の通常より早い劣化、破損、および漏水の問題が懸念される。水圧は原則として 75m 程度以下に管理することが望ましい。
- また、送水管の水圧低減は各セクター流入部における水圧制御時のキャビテーションを回避するうえでも必要である。
- 現行セクター83 の配水管網（流入バルブ二次側）における水圧はほぼ一定に保たれているものの、水圧自体（36m）は配水管内としては高いレベルである。送水管網の場合と同様に配水管の破損や漏水などが懸念されるため、配水圧の適正管理が必要である。
- 配水圧が監視されていない他の現行セクターにおいても、現行セクター85 で計測されているように水圧が比較的大きく変動（特に消費水量の多い時間帯の水圧低下）している地域が多く存在すると考えられる。配水圧の適正管理を行うための施設改善や運転上の工夫が必要である。

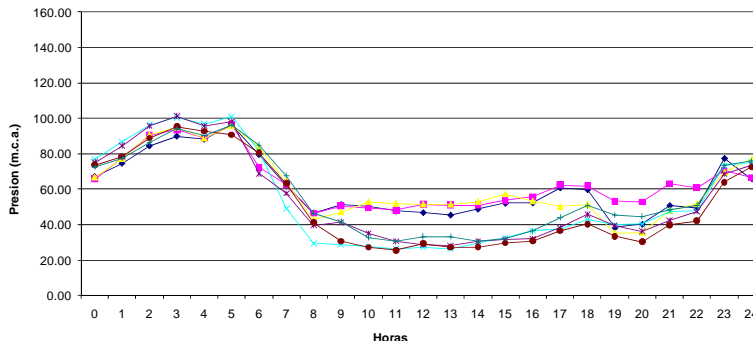
現行セクター 83



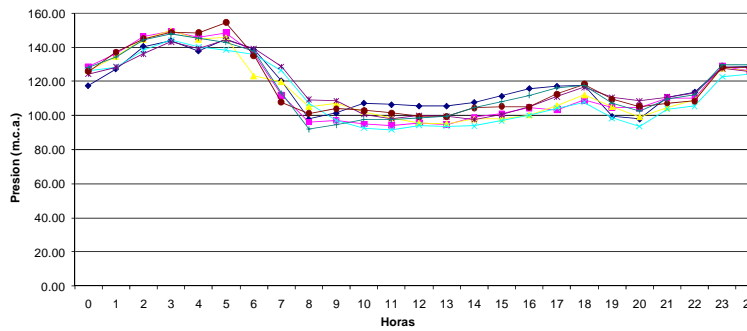
現行セクター 84



現行セクター 85



現行セクター 212



現行セクター 213

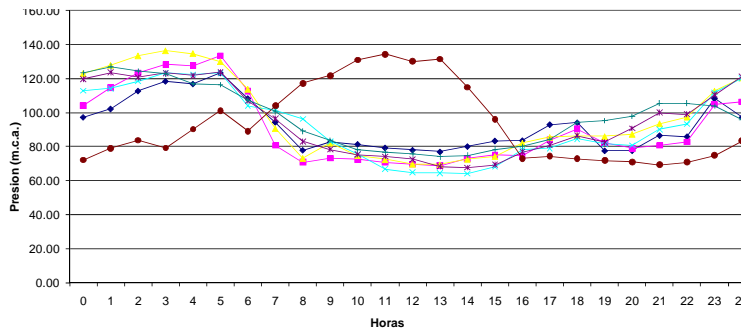
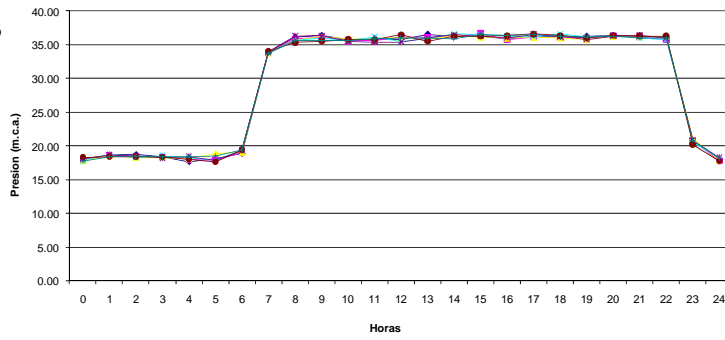
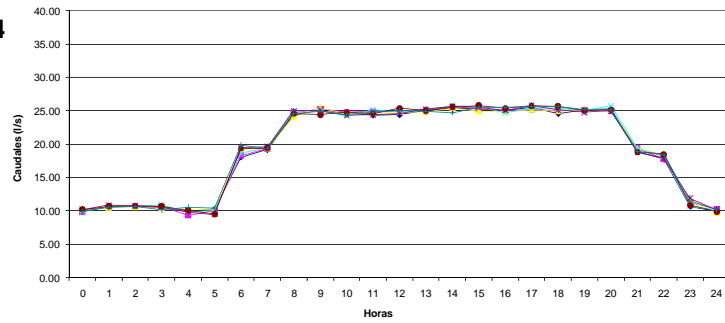


図 2.5.8-6: 現行セクター流入部の実測水圧（一次側：水圧調整前）

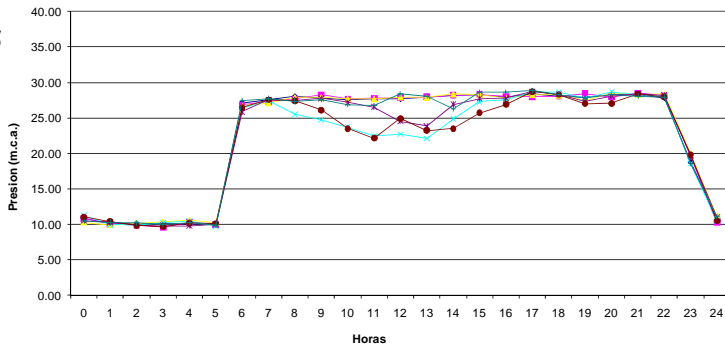
現行セクター 83



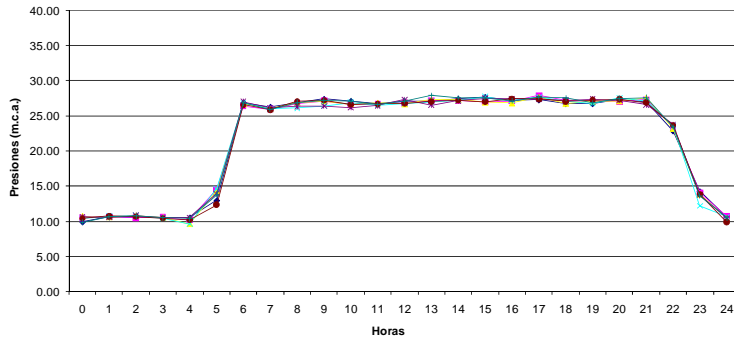
現行セクター 84



現行セクター 85



現行セクター 212



現行セクター 213

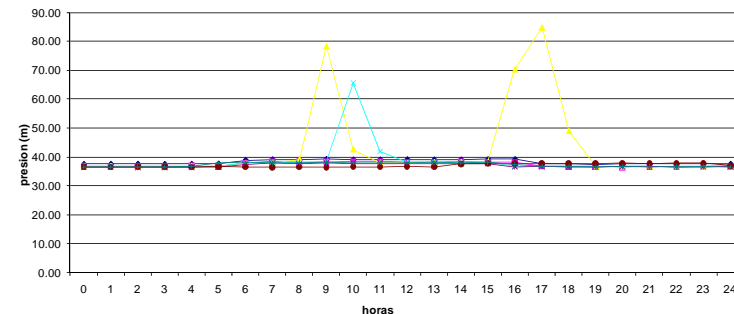
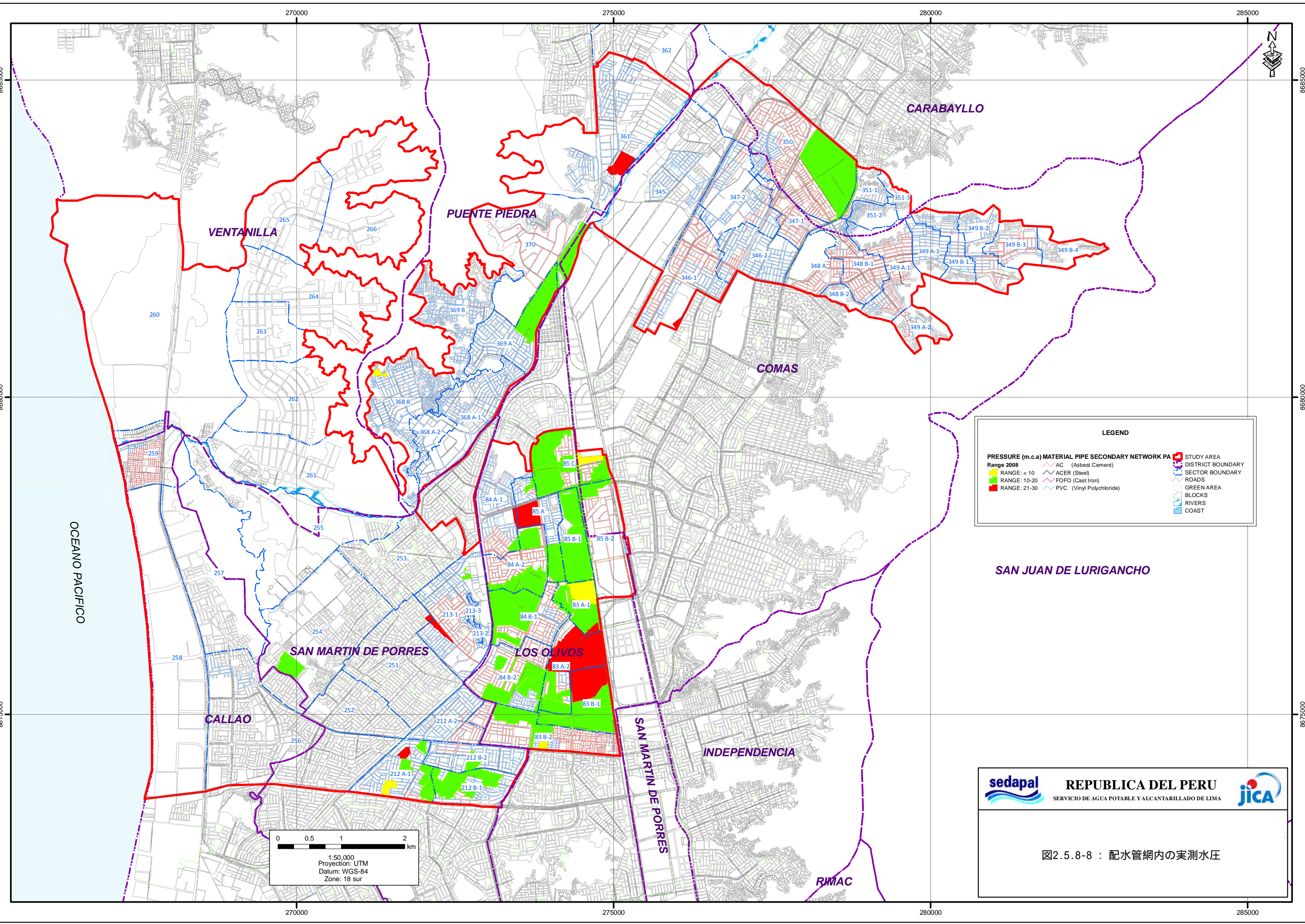


図 2.5.8-7: 現行セクター流入部の実測水圧（二次側：水圧調整後）



LEGEND

PRESSURE (m.c.a)	MATERIAL PIPE	SECONDARY NETWORK PA	STUDY AREA
Range 2008	AC (Asbest Cement)		DISTRICT BOUNDARY
Range: < 10	ACER (Steel)		SECTOR BOUNDARY
Range: 10-20	FOFO (Cast Iron)		ROADS
Range: 21-30	PVC (Vinyl Polychloride)		GREEN AREA
			BLOCKS
			RIVERS
			COAST

0 0.5 1 2 km

1:50,000
 Projection: UTM
 Datum: WGS-84
 Zone: 18 sur

sedapal **REPUBLICA DEL PERU** **JICA**
 SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA

図2.5.8-8 : 配水管網内の実測水圧