(4) 給水サービス

1) サービス規模

SEDAPAL の管理している台帳によると、2009 年 12 月時点の調査対象地域内の接続数は 77,573、水使用者数（家庭接続の場合は世帯数と同数）は 94,971 である。

給水人口は 398,600 人で対象地域全人口の約 65%に相当するが、既に配水管網が整備されている地域に限れば給水人口の割合は 80%に達する。ただし、セクターごとに給水人口の割合をみると、50%から 60%にとどまっているセクターも多い。

2) 事故等

調査対象地域で報告されている事故等の件数を表 2.5.8-3 に示す。なお、ここで「事故等」と表現されている事象は地上への溢水や道路や地盤の陥没など地上から確認できるものを指している。これらの事故等は発生箇所周辺での給水停止、交通制限、場合によっては道路や家の浸水を引き起こしており深刻な社会問題である。

表から分かるように既存水道施設では多くの事故等が報告されており、特に各戸接続での報告事例がそのほとんどを占めている一方、送水管では事故事例は報告されていない。また、配水管網と各戸接続の事故件数を個別に見ると 2008 年、2009 年の配水管での事故件数は 2006 年に比べて非常に多く、管路の劣化が急激に進行している可能性を示唆している。

2006 年から 2009 年までに報告された事故の発生箇所を図 2.5.8-9 および図 2.5.8-10 に示す。なお、事故の発生原因に関する分析・考察は本節(10) 配水管網、および(11) 各戸接続および水道メータを参照とする。

表 2.5.8-3: 事故件数の記録

発生箇所	**2006 年**	**2007 年**	**2008 年**	**2009 年**
配水管	0.07 件/km/年 53 件/年	0.19 件/km/年 144 件/年	0.23 件/km/年 172 件/年	0.43 件/km/年 162 件/年
各戸接続	2.8 件/km/年 2,131 件/年	3.08 件/km/年 2,341 件/年	3.22 件/km/年 2,448 件/年	1.29 件/km/年 983 件/年

出典:SEDAPAL および JICA 調査団

なお、事故の発生頻度と管の建設年次や材質のあいだには明確な関連性は特定できなかった（2.5.8 (11) 2) (b)参照）。

3) 給水時間

SEDAPAL は既に調査対象地域のほとんどで 24 時間給水を実現しているが、図 2.5.8-11 に示すようにコイーケ地区およびマルケス地区など未だ時間給水の地域が残っている。このうちコイーケ地区の場合、特に乾季においてチジョン浄水場の浄水量が不十分であることがその主な原因であり、井戸を使用しているマルケス地区の場合は井戸からの揚水量が需要を満足できないことが原因である。

4) 給水圧

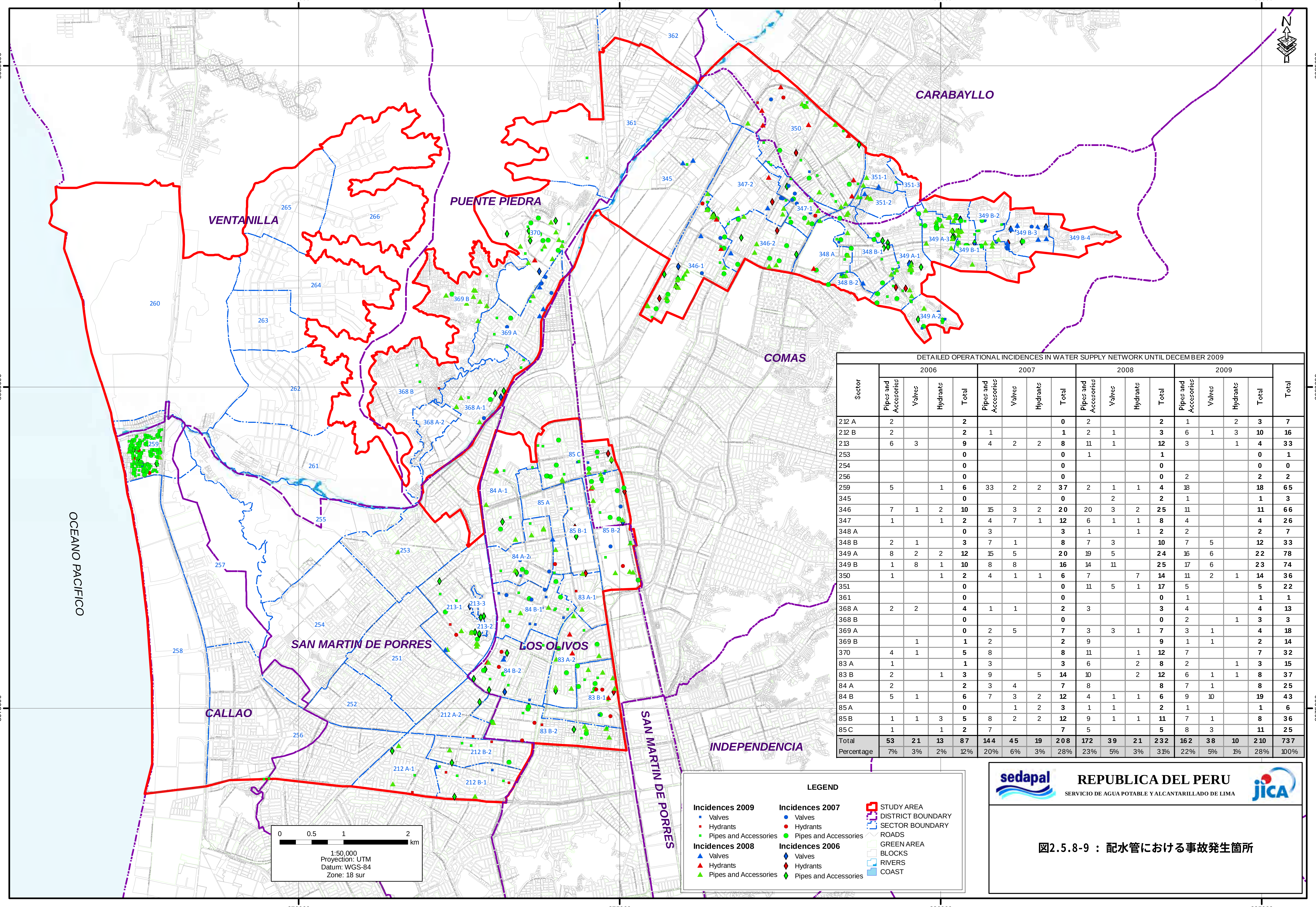
調査対象地域では末端（各戸接続へ分岐位置）水圧の計測データはないが、SEDAPAL の職員や水使用者へのヒアリングより、末端水圧は全体的に不安定な傾向があり時折過剰または過小となる状況が生じているとのことである。また、この傾向は、前節で示した配水管網内の計測データで比較的大きな水圧変動が生じていることからも裏付けられる。

このような給水圧の問題は、1) 配水池を経ずに給水されていること、2) 送水管網内の水圧が過剰または不安定である、3) 減圧弁が十分に機能していない、4) 配水管の口径が不十分である、などの要因により生じていると考えられる。

5) 給水サービスに係る現状の問題点

給水サービスに係る現状の問題点として以下の事項が挙げられる。

- 配水管網や各戸接続での漏水や陥没事故などにより市民の生活環境に悪影響を与えている。
- 未だ 24 時間給水が実現していない地域がある。
- 給水圧が不安定な傾向にあり、また時折過大または過小な状況も生じている。



DETAILED OPERATIONAL INCIDENCES IN WATER SUPPLY NETWORK UNTIL DECEMBER 2009

Sector	2006				2007				2008				2009				Total
	Pipes and Accesories	Valves	Hydrants	Total	Pipes and Accesories	Valves	Hydrants	Total	Pipes and Accesories	Valves	Hydrants	Total	Pipes and Accesories	Valves	Hydrants	Total	
212 A	2			2				0	2			2	1		2	3	7
212 B	2			2	1			1	2	1		3	6	1	3	10	16
213	6	3		9	4	2	2	8	11	1		12	3		1	4	33
253				0				0	1			1				0	1
254				0				0				0				0	0
256				0				0				0	2			2	2
259	5		1	6	33	2	2	37	2	1	1	4	18			18	65
345				0				0		2		2	1			1	3
346	7	1	2	10	15	3	2	20	20	3	2	25	11			11	66
347	1		1	2	4	7	1	12	6	1	1	8	4			4	26
348 A				0	3			3	1		1	2	2			2	7
348 B	2	1		3	7	1		8	7	3		10	7	5		12	33
349 A	8	2	2	12	15	5		20	19	5		24	16	6		22	78
349 B	1	8	1	10	8	8		16	14	11		25	17	6		23	74
350	1		1	2	4	1	1	6	7		7	14	11	2	1	14	36
351				0				0	11	5	1	17	5			5	22
361				0				0				0	1			1	1
368 A	2	2		4	1	1		2	3			3	4			4	13
368 B				0				0				0	2		1	3	3
369 A				0	2	5		7	3	3	1	7	3	1		4	18
369 B		1		1	2			2	9			9	1	1		2	14
370	4	1		5	8			8	11		1	12	7			7	32
83 A	1			1	3			3	6		2	8	2		1	3	15
83 B	2		1	3	9		5	14	10		2	12	6	1	1	8	37
84 A	2			2	3	4		7	8			8	7	1		8	25
84 B	5	1		6	7	3	2	12	4	1	1	6	9	10		19	43
85 A				0		1	2	3	1	1		2	1			1	6
85 B	1	1	3	5	8	2	2	12	9	1	1	11	7	1		8	36
85 C	1		1	2	7			7	5			5	8	3		11	25
Total	53	21	13	87	144	45	19	208	172	39	21	232	162	38	10	210	737
Percentage	7%	3%	2%	12%	20%	6%	3%	28%	23%	5%	3%	31%	22%	5%	1%	28%	100%

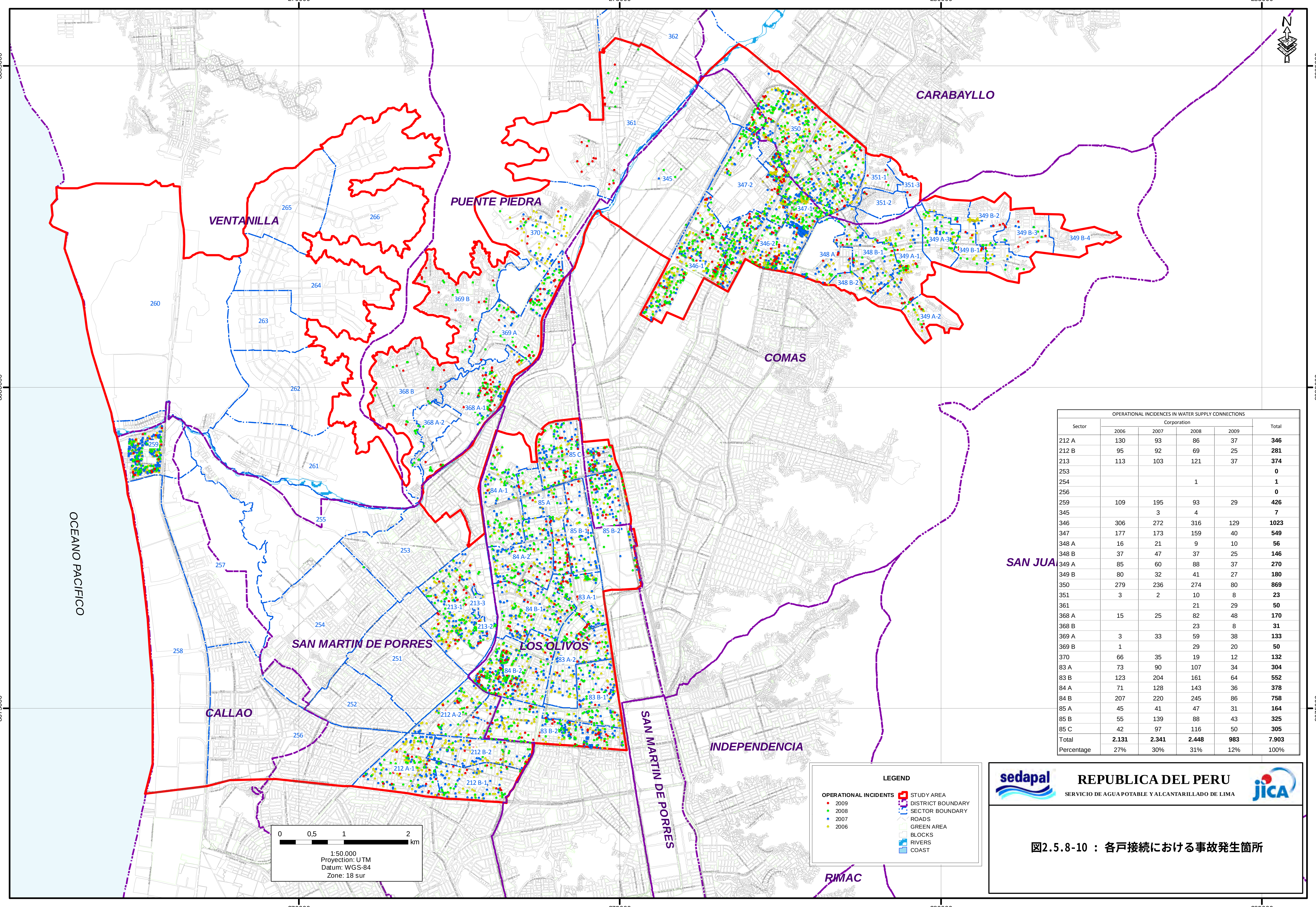
sedapal

REPUBLICA DEL PERU

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA

JICA

図2.5.8-9 ： 配水管における事故発生箇所



Sector	Corporation				Total
	2006	2007	2008	2009	
212 A	130	93	86	37	**346**
212 B	95	92	69	25	**281**
213	113	103	121	37	**374**
253					**0**
254			1		**1**
256					**0**
259	109	195	93	29	**426**
345		3	4		**7**
346	306	272	316	129	**1023**
347	177	173	159	40	**549**
348 A	16	21	9	10	**56**
348 B	37	47	37	25	**146**
349 A	85	60	88	37	**270**
349 B	80	32	41	27	**180**
350	279	236	274	80	**869**
351	3	2	10	8	**23**
361			21	29	**50**
368 A	15	25	82	48	**170**
368 B			23	8	**31**
369 A	3	33	59	38	**133**
369 B	1		29	20	**50**
370	66	35	19	12	**132**
83 A	73	90	107	34	**304**
83 B	123	204	161	64	**552**
84 A	71	128	143	36	**378**
84 B	207	220	245	86	**758**
85 A	45	41	47	31	**164**
85 B	55	139	88	43	**325**
85 C	42	97	116	50	**305**
Total	**2.131**	**2.341**	**2.448**	**983**	**7.903**
Percentage	27%	30%	31%	12%	100%

OPERATIONAL INCIDENCES IN WATER SUPPLY CONNECTIONS

LEGEND

OPERATIONAL INCIDENTS
- 2009
- 2008
- 2007
- 2006

- STUDY AREA
- DISTRICT BOUNDARY
- SECTOR BOUNDARY
- ROADS
- GREEN AREA
- BLOCKS
- RIVERS
- COAST

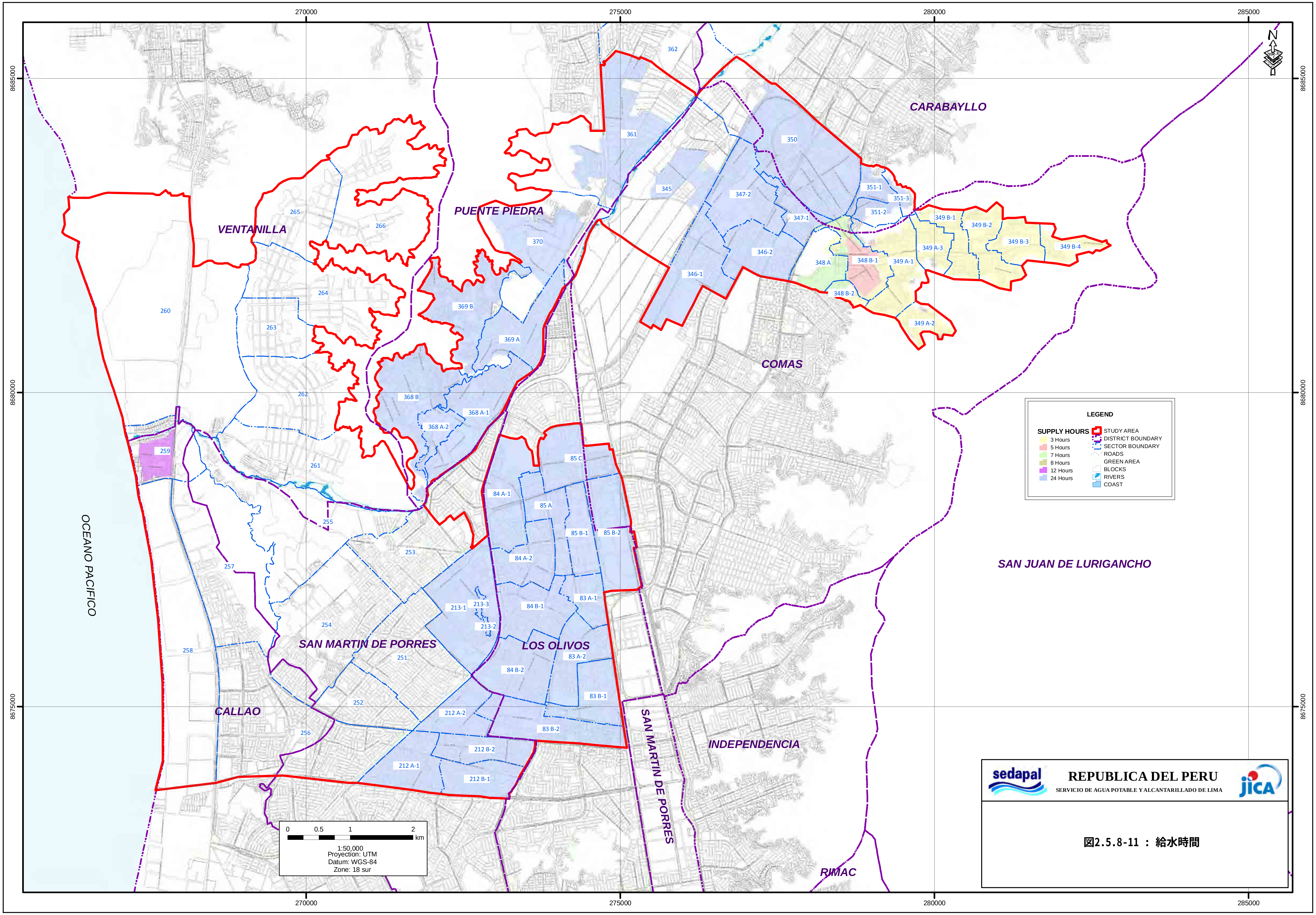
sedapal

REPUBLICA DEL PERU

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA

JICA

図2.5.8-10 ： 各戸接続における事故発生箇所



VENTANILLA
PUENTE PIEDRA
CARABAYLLO
COMAS
SAN JUAN DE LURIGANCHO
LOS OLIVOS
SAN MARTIN DE PORRES
CALLAO
INDEPENDENCIA
RIMAC
OCEANO PACIFICO
LEGEND
SUPPLY HOURS
3 Hours
5 Hours
7 Hours
8 Hours
12 Hours
24 Hours
STUDY AREA
DISTRICT BOUNDARY
SECTOR BOUNDARY
ROADS
GREEN AREA
BLOCKS
RIVERS
COAST
0 0.5 1 2 km
1:50,000
Proyection: UTM
Datum: WGS-84
Zone: 18 sur
sedapal
REPUBLICA DEL PERU
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA
JICA

図2.5.8-11 ： 給水時間

(5) 水道水源

対象地域における水道水源はリマック川（ラ・アタルヘア浄水場）、チジョン川（チジョン浄水場）および地下水である。

1) 表流水

(a) リマック川

リマック川はラ・アタルヘア浄水場の水源として利用されている。同浄水場で処理された水は、調査対象地域の南部、すなわちロス・オリーボス区、サン・マルティン・デ・ポレス区、およびコマス区の南部に供給されている。

(b) チジョン川

チジョン川はチジョン浄水場の水源として利用されている。同浄水場で処理された水は、調査対象地域の北部、すなわちプエンテ・ピエドラ地、コマス地区の大部分、およびカラバイーヨ地区に供給されている。

2) 地下水

対象地域の地下水はリマック川およびチジョン川の表流水が河床より浸透したものである。SEDAPAL はリマ首都圏全体に分布する 333 箇所の井戸から取水を行っているが、過剰な汲みあげを回避するため表流水と混合して使用しており、その成果で地下水は回復傾向にある。

(6) 浄水施設

1) 既存浄水場

既存施設の浄水能力および 2006 年から 2009 年の生産水量を下表に示す。

表 2.5.8-4: 浄水施設等の能力および生産水量実績

施設		能力		生産実績						
		(m^3/秒)	(m^3/日)	各年 (百万 m^3/年)					平均	
				2004	2005	2006	2007	2008	(m^3/秒)	(m^3/日)
浄水場	ﾗ･ｱﾀﾙﾍｱ	17.5	1,512,000	433.7	500.4	504.8	519.9	502.8	15.61	1,348,704
	ﾁｼﾞｮﾝ	2.5	216,000	18.0	18.0	20.7	25.3	22.6	0.66	57,024
	小計	20.0	1,728,000	451.7	518.4	525.5	545.2	525.4	16.27	1,405,728
井戸	ﾁｼﾞｮﾝ井戸群	-	-	22.3	22.6	21.3	19.2	20.4	0.67	57,888
	その他	-	-	152.2	120.8	118.1	86.4	113.0	3.74	323,136
計		-	-	626.2	661.8	664.9	650.8	658.8	20.68	1,786,752

出典: SEDAPAL

(a) ラ・アタルヘア浄水場

ラ・アタルヘア浄水場には 2 基の取水施設があり、その容量はそれぞれ 15m^3/秒および 20 m^3/秒である。浄水場には 1 期建設分と 2 期建設分があり、処理能力は計 17.5 m^3/秒である。

(b) チジョン浄水場

チジョン浄水場は 2000 年から 2002 年にかけて建設された浄水場で、現在、イタリア企業（Italian Agua Azul Consortium S.A.）との 25 年間契約による BOT で運転されている。その処理能力は 2.5 m^3/秒であるが、乾季にはチジョン川の水量が極端に減少するためプンチャウカ地区に分布している 28 箇所の井戸（表 2.5.8-4 中の「チジョン井戸群」）より 1m^3/秒の水が取水され、同浄水場の水量不足を幾分補っている。

なお、同浄水場はパチャクテク地区に新規配水管網を整備する事業（“Potable Water and Sewerage System Extension and Enhancement for the Pachacutec Macro Project-Ventanilla District”）で主たる送水源とされおり、本調査で実施する対象地域への供給量分析においては同事業地域へ送水予定であることを考慮すべきである。

2) チジョン浄水場の処理能力強化およびワチパ浄水場の建設

(a) 浄水能力強化の必要性

上述のように、調査対象地域への送水は既存の 2 浄水場および井戸より行われている。しかし、SEDAPAL は水生産について以下のような問題を抱えており、浄水能力を強化する必要がある。

- 乾季においてチジョン浄水場はチジョン川の水量不足により十分に稼動できず、配水地域への送水量が極端に減少する。
- 原水不足に加え、既存浄水場の処理能力自体が将来の水需要に対し不足していることが明らかとなっている。
- リマ首都圏にはチジョン井戸群の他にも多くの井戸が存在し、特に乾季において不足水量を補うことが期待されている。しかし、調査対象地域内の井戸も含め多くの井戸に水質の問題（硝酸態窒素および亜硝酸態窒素濃度が飲用水としての基準値を超えている）がある。

(b) 建設計画

上の問題を解決または緩和するため、SEDAPAL は「ワチパ浄水場および北部幹線建設事業」（“Huachipa Water Treatment Plant Project-Lima North Main,”：リマ首都圏周辺地域環境整備円借款事業の一部）によりワチパ浄水場を建設中である。また、その他にも SEDAPAL は浄水の生産能力を向上するための建設事業を複数計画しており、*Plan Maestro Optimizado*（2009 年 7 月、SEDAPAL、以下、最適化マスタープラン）では下表に示す事業の実施を表明している。

表 2.5.8-5: SEDAPAL が計画している浄水能力強化に係る事業

事業		概要				備考
		能力		進捗	実施年次	
		(m^3/秒)	(m^3/日)			
ﾜﾁﾊﾟ浄水場	第 1 期	5.0	432,000	建設中	2010 年中に完成	ﾘﾏ首都圏北部地域へ送水する
	第 2 期	5.0	432,000	ﾏｽﾀｰ･ﾌﾟﾗﾝ	2021 年に実施	リマ首都圏南部地域へ送水する
ﾁｼﾞｮﾝ浄水場	ｶﾞﾝｶﾞｲ (Gangay) 貯水池事業	-	-	ﾏｽﾀｰ･ﾌﾟﾗﾝ	-	貯水池の建設により安定して 2.0m^3/秒の浄水生産を実現する
ﾗ･ｱﾀﾙﾍｱ浄水場	ﾌﾞﾗﾝｺ (Blanco)川事業 (Marca II)	4.0	345,600	ﾏｽﾀｰ･ﾌﾟﾗﾝ	-	ﾔｳﾘ(Yauli)川流域からﾘﾏｯｸ川へ原水を分水する
リマ南部浄水事業 (Lima South Water Project)		1.16	100,224	ﾏｽﾀｰ･ﾌﾟﾗﾝ	-	淡水化した海水をリマ州の南部へ送水する

出典: 最適化マスタープランおよび JICA 調査団

(c) ワチパ浄水場の概要

ワチパ浄水場はルリガンチョ（Lurigancho）区に位置し、その用地は 18.73ha で標高はおよそ海抜 396m である。その水源はラ・アタルヘア浄水場と同じくリマック川であるが取水地点は同浄水場より上流に位置している。

ワチパ浄水場は 1 期および 2 期の 2 工事により建設される予定で、現在建設されている 1 期分の系列は 5.0m^3/秒の能力を有し、2 期工事で建設される系列の能力も同じく 5.0m^3/秒となる予定である。

上述の第 1 期工事は 2010 年に完成する予定であり、第 2 期工事は最適化マスタープランによると 2021 年に完成するべく実施される予定である。第 1 期分系列で生産される浄水はリマ北部上下水道最適化事業(I)および(II)（本事業）を含むリマ首都圏北部に送水される計画で、一方、第 2 期分系列で生産される浄水はリマ首都圏南部に送水される予定となっている。

ワチパ浄水場（第 1 期分系列）の計画配水地域を図 2.5.8-12 に示す。また、ワチパ浄水場より送水される計画配水地域のうち本事業に含まれる地域（以下、調査対象地域内ワチパ浄水場配水地域）のセクターを表 2.5.8-6 に示す。

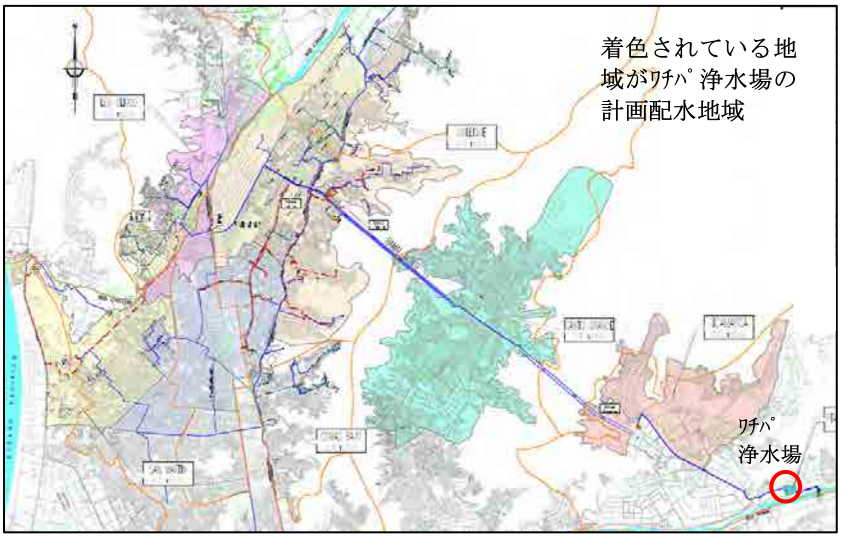
(d) 乾季における浄水不足のリスク

現在、SEDAPAL 内にはその管理地域全体を包括し、将来の送配水計画を具体的に示した総合的マスタープランは存在せず、特に、乾季や渇水時における管理地域内の浄水融通計画や地下水利用計画も具体的なものがない。

例えば、ワチパ浄水場はその計画配水地域へ浄水を供給しチジョン浄水場およびラ・アタルヘア浄水場の負担を軽減するが、その一方で新規に送配水管網を整備する事業が計画・実施されている。しかし、このワチパ浄水場の建設による既存浄水

場への負荷減と新規送配水管網整備による負荷増、および現在の計画配水地域内の水需要増のバランスについて検討がなされておらず、各浄水場が受け持つ配水区域が不明確で施設能力が需要を満足するか（不足する場合はどの程度不足するか）についても十分な検証がなされていない。

したがって SEDAPAL の水運用・送配水計画には一貫性が不足しており、場当たり的な対応となっている。そのためワチパ浄水場についても現在計画されている配水地域の外にも（特に乾季において）配水することも考えられ、ワチパ浄水場の建設後は乾季の影響を受けないと考えられている本事業対象地域も、現実には乾季の影響を毎年受ける可能性がある。



出典:「ワチパ浄水場およびリマ北部幹線建設事業」および JICA 調査団

図 2.5.8-12: ワチパ浄水場の計画配水地域

表 2.5.8-6: 調査対象地域内ワチパ浄水場計画配水地域に含まれるセクター

区	セクター
カヤオ	256, 258, 259
ベンタニーヤ	260,261,262,263,264,265,266
カラバイーヨ	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	361, 368A, 368B, 369A, 369B, 370
サン･マルティン･デ・ポレス	212A, 212B, 213, (251, 252)*, 253, (254, 257)* *,255
合計数	41

出典: JICA 調査団

(e) 他の建設事業

チジョン浄水場の浄水生産能力を向上させる事業としてガンガイ貯水池建設事業がある。この事業は乾季に備えて貯水池に原水を貯留することで乾季においても継続的に 2.0m^3/秒の浄水を同浄水場で生産し、最適化マスタープランでは同事業についてカラバイーヨ区への送水量を増加させる目的であると説明されている。しかし、同マスタープランでは貯水池の容量や建設時期などについては言及されていない。

同じく最適化スタープランで言及されているマルカ II 事業は他の河川から分水下水をリマック川に引き込む事業で、これによりリマック川を水源としているラ・アタルヘア浄水場の処理能力を拡張する余地を生み出す（同事業は浄水場の能力そのものを拡張するわけではない）ことが目的である。また、リマ南部浄水事業は、リマ州南部に淡水化した海水を送水するものである。

マルカ II 事業およびリマ南部浄水事業は、建設予定地や施設能力など事業の概要について最適化マスタープランで述べられているものの、事業実施に係る手順の進捗やスケジュールについてはガンガイ貯水池建設事業と同様に不明である。

4) 浄水に係る現状の問題点

以上より、浄水に係る現状の問題点について以下のように整理する。

- 既存の浄水場のみでは乾季に原水が極端に減少することもあり需要を満足することができない。
- SEDAPAL の管理地域全体を包括した浄水の配分（送配水）計画が存在しない。

(7) 送水管網

1) 既存送水管の管種

送水管には 1) 浄水場を起点とする送水幹線、2) 送水幹線から分岐して各セクターまで送水する送水枝線、3) 送水幹線から分岐した送水管のうち増圧ポンプで加圧された後の区間の送水管および井戸水を配水池へ送水する送水管（ともにポンプ圧送管と呼ばれている）の 3 種類がある。

表 2.5.8-7 に既存送水管の延長をセクター別、材質別に示す。表から分かるように調査対象地域では石綿セメント管（Asbestos Cement Pipe、以下 AC 管）、鉄管（ACERO 管）、ダクタイル鋳鉄管（Ductile Iron Pipe、以下 DI 管）、硬質塩化ビニル管（Polyvinyl Chloride Pipe、 以下 PVC 管）の 4 種類の管材が使用されている。

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

セクター	サブセクター	材質				計 (km)
		AC	ACERO	DI	PVC	
83 A	83 A-1			1.08		1.08
	83 A-2			1.45		1.45
83 B	83 B-1					
	83 B-2	0.35		0.81		1.16
84 A	84 A-1	0.28		0.46		0.74
	84 A-2			1.53		1.53
84 B	84 B-1			0.04		0.04
	84 B-2					
85 A	85 A	0.01		0.76		0.77
85 C	85 C			0.9		0.9
212 A	212 A-1	0.03		0.24		0.27
	212 A-2	0.01			0.01	0.02
212 B	212 B-1			1.09		1.09
	212 B-2			0.16		0.16
213	213-1			0.13		0.13
	213-2					
	213-3					
345	345			1.36		1.36
346	346-1			1.2		1.2
	346-2			1.06		1.06
347	347-1	1.18		2.08		3.26
	347-2	0.11		2.17	0.15	2.43
348 A	348 A	0.92		1.25		2.17
348 B	348 B-1	0.98		0.55		1.53
	348 B-2	0.17				0.17
349 A	349 A-1	0.29	0.15			0.44
	349 A-2					
	349 A-3					
350	350-1	0.98		3.45		4.43
	350-2	0.06		0.18		0.24
351	351-1			1.67		1.67
	351-2			0.19		0.19
	351-3			0.07		0.07
361	361			6.07	0.01	6.08
368 A	368 A-1			0.02		0.02
	368 A-2					
368 B	368 B					
369 A	369 A			1.44		1.44
370	370			2.82		2.82
TOTAL		**5.37**	**0.15**	**34.23**	**0.17**	**39.92**

出典: SEDAPAL および JICA 調査団

2) 送水幹線

調査対象地域には、表 2.5.8-8 に示すラ・アタルヘアーコマス幹線、ラ・アタルヘアーロス・オリーボス幹線、チジョンーコマス幹線、およびチジョンーロス・オリーボス幹線の 4 本の送水幹線がある。各幹線の配置は図 2.5.8-2 で示したとおりである。これらの送水幹線は既に SCADA による流量等の監視と制御が行われている。

表 2.5.8-8: 調査対象地域の送水幹線

項目	送水幹線の概要			
	ﾗ･ｱﾀﾙﾍｱ－ｺﾏｽ幹線	ﾗ･ｱﾀﾙﾍｱ－ﾛｽ･ｵﾘｰﾎﾞｽ幹線	ﾁｼﾞｮﾝ－ｺﾏｽ幹線	ﾁｼﾞｮﾝ－ﾛｽ･ｵﾘｰﾎﾞｽ幹線
送水源	ﾗ･ｱﾀﾙﾍｱ浄水場	ﾗ･ｱﾀﾙﾍｱ浄水場	ﾁｼﾞｮﾝ浄水場およびﾁｼﾞｮﾝ井戸群	ﾁｼﾞｮﾝ浄水場およびﾁｼﾞｮﾝ井戸群
調査対象地域内の送水先	-	83A, 83B, 84A, 84B, 85A, 85B, 85C, 212A, 212B, 213	345, 346, 347, 348A, 348B, 349A, 349B, 350, 351	361, 362, 368A, 368B, 369A, 369B, 370
口径	600 - 1,600mm	450 - 800mm	600 - 800mm	500mm
管材質	ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管およびﾌﾟﾚｽﾄﾚｽﾄ･ｺﾝｸﾘｰﾄ管	ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管	ﾀﾞｸﾀｲﾙ鋳鉄管

出典: JICA 調査団

(a) ラ・アタルヘアーロス・オリーボス幹線およびラ・アタルヘアーコマス幹線

ラ・アタルヘアーロス・オリーボス幹線およびラ・アタルヘアーコマス幹線はラ・アタルで生産された浄水をリマ北部地域へ送水するとともに、乾季など水が不足した場合にチジョン浄水場と相互に浄水を融通する役割を持つ。このうちラ・アタルヘアーコマス幹線は、本来はチジョン浄水場の配水地域である一帯へ伸びる幹線で、チジョン浄水場の浄水量が乾季等において不足した際にコマス地域へ送水するものである。一方、ラ・アタルヘアーコマス幹線は、前述のラ・アタルヘアーコマス幹線から分岐して調査対象地域南部のロス・オリーボス区等に送水する主要幹線である。

ラ・アタルヘアーロス・オリーボス幹線の送水先は、調査対象地域内の現行セクター84、84、85、212 および 213 のほか調査対象地域外に位置する現行セクター206、79、82、81、211、121、86 などロス・オリーボスとサン・マルティィン・デ・ポレス区に位置するセクターである。

(b) チジョンーコマス幹線

チジョンーコマス幹線はチジョン浄水場で生産された浄水をカラバイーヨ区およびコマス区の一部（コイーケ地区およびアーニョ・ヌエボ地区）に送水している。送水先のセクターはコマス区のセクター345、346、347、348A、348B、349A、349B、およびカラバイーヨ区のセクター350、351 である。

(c) チジョンーロス・オリーボス幹線

チジョンーロス・オリーボス幹線はチジョン浄水場で生産された浄水をプエンテ・ピエドラ区のセクター361、362、368A、368B、369A、369B および 370 に送水している。また、同幹線は主に乾季において 5 箇所の井戸（Ca-1、Ca-2、Ca-8、Ca-11 および Ca-12）より地下水を受け入れており、井戸からの送水管には同幹線との合流部において制御用バルブが設置されている。

3) 他の送水管

上述の送水幹線とは別に、送水管には送水幹線から分岐して各セクターへ送水する送水枝線、増圧ポンプまたは井戸ポンプで加圧されている区間の送水管（ポンプ圧送管と呼ばれている）がある。

このうち送水枝線はダクタイル鋳鉄管であるが、ポンプ圧送管では AC 管、PVC 管、ダクタイル鋳鉄管が使用されている。AC 管はセクター259（マルケス地区）への井戸水の送水管で使用され、PVC 管はコイーケ地区への増圧ポンプからの圧送管およびロス・オリーボス区の既存井戸と配水池を繋ぐ送水管で使用され、ダクタイル鋳鉄管はカラバイーヨ区のセクター350、プエンテ・ピエドラ区のセクター368A、369B、369A および 369B への送水枝線で使用されている。

4) 送水管の現状

送水管網管理チーム（Equipo de Distribución Primaria: EDP）の職員によると、ダクタイル鋳鉄管および PVC 管で構成されている送水管には事故もなく何ら問題はない。ただし、セクター259 へ井戸水を送水しているポンプ圧送管（AC 管）には以下のような問題がある。

- 送水管から直接各戸接続がなされており、中には違法接続もある。
- 送水管が一部で私用地を通っている。
- 送水管が一部で地上に露出して布設されている。
- 埋設されている箇所でも土被りが不十分な区間がある。

これらの問題は今後も送水管を使用するにあたっては大きな問題となる。しかし、本事業ではワチパ浄水場からセクター259 へ送水する送水管を建設し、かつ非常時用の井戸から同セクターへの送水管も新設する予定であるため、同送水管は今後使用しない。

また、本節(3) 2)および(4) 4)で指摘したように送水管内の水圧が適正でないために末端圧が不安定で過大または過小となる状況も発生しているが、これについても、ワチパ浄水場からの送水管が整備されると水理条件が現状とは全く異なるうえ、本事業実施後は配水池を利用して配水圧調整を行うため、今後は大きな問題とはならない。

以上の現状診断より、送水管では事故が生じておらず、また、送水管の水圧が不適切であることによる給水圧の問題も、送水管網の改善のために特別な対応を行わなくとも解決される。したがって、本事業では既存送水管の更新は不要である（ただし、水理計算結果に基づき必要な箇所に減圧弁を設置する）。

5) ワチパ浄水場からの送水計画

(a) 送水計画の基本方針

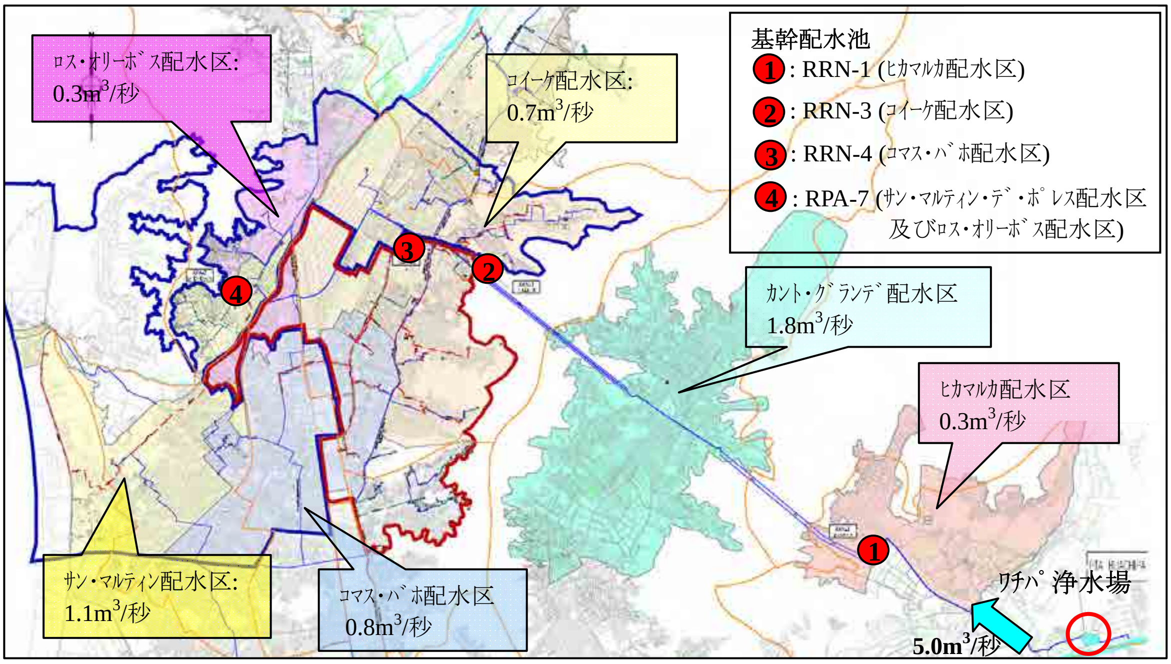
ワチパ浄水場の稼動開始後は、調査対象地域内ワチパ浄水場配水地域への送水は同浄水場より行われるが、現在同地域は他の浄水場から受水しているためワチパ浄水場から受水できるよう既存送水管網を再構築する必要がある。

この状況を受け、SEDAPAL はワチパ浄水場の建設と並行しては同浄水場からの送水幹線と基幹配水池の建設を円借款にて行っている。調査対象地域内ワチパ浄水

場配水地域への送水は、この建設中の幹線（リマ北部幹線）および基幹配水池と既存送水管、さらに本事業で建設する送水管を組み合わせて構築される送水管網により行う。

(b) ワチパ浄水場からの送水幹線（北部幹線）の計画（ワチパ浄水場およびリマ北部幹線建設事業: “Huachipa Water Treatment Plant Project-Lima North Main”）

図 2.5.8-13 および表 2.5.8-9 にワチパ浄水場第 1 期の送水計画を示す。同浄水場で生産される浄水のうちリマ北部 I 地域および II 地域への計画送水量は計 2.9m³/秒である。この計画ではリマ I 地域とリマ II 地域それぞれの計画送水量は不明確であるが、両地域の人口より、それぞれ 0.8m³/秒および 2.1 m³/秒程度と推測される。



出典: ワチパ浄水場およびリマ北部幹線建設事業

図 2.5.8-13: ワチパ浄水場からの送水計画

表 2.5.8-9: ワチパ浄水場からの送水量の配分

配水区	計画送水量	備考
ﾋｶﾏﾙｶ (Jicamarca)	0.3m³/秒	-
ｶﾝﾄ･ｸﾞﾗﾝﾃﾞ (Canto Grande)	1.8m³/秒	-
ｺﾏｽ･ﾊﾞﾎ (Comas Bajo)	0.8m³/秒	リマ北部 I および II
ｺｲｰｹ (Collique)	0.3m³/秒	
ﾛｽ･ｵﾘｰﾎﾞｽ (Los Olivos)	0.7m³/秒	
ｻﾝ･ﾏﾙﾃｨﾝ (San Martín)	1.1m³/秒	リマ北部 II
リマ北部小計	2.9m³/秒	リマ北部 I および II
合計	5.0m³/秒	-

※: リマ北部 I、II の計画水量は不明だがそれぞれ 0.8m³/秒、2.1m³/秒と推定される

出典: ワチパ浄水場およびリマ北部幹線建設事業および JICA 調査団

(8) 配水池およびポンプ場

1) 調査対象地域内の既存配水池およびポンプ場

調査対象地域内には 63 箇所の配水池があり、そのうち 16 箇所にはポンプ場が併設されている。また、その他に独立したポンプ場と建設中の配水池がそれぞれ 2 箇所ずつある。これらの施設のうち 38 箇所の配水池は SEDAPAL が他の事業で既に改修・更新を行っているか、これから行う予定となっている。この 38 配水池のうち 14 箇所にはポンプ場が併設されているが、そのうちポンプ場の改修・更新が行われているのは 12 箇所で、残りの 2 箇所はポンプ場が改修・更新工事の対象に含まれていない（改修が不要であると判断されたわけではなく、単に対象となっていないだけである）。

既存の 63 配水池の中には現在稼働していない配水池が 23 箇所あり、そのうち 7 箇所は既に改修工事が行われ使用可能な状況にあるが、ロス・オリーボス区（12 箇所）およびサン・マルティン・デ・ポレス区（4 箇所）に位置する配水池は未改修なままで、本事業で改修工事を行う。この両区にある計 16 箇所の配水池は近傍の井戸からくみ上げた水を貯留して配水するために建設されたが、現在 SEDAPAL はラ・アタルヘア浄水場からの浄水を配水池を経ずに配水しているため長年使用されてこなかった。また、井戸水を配水するために建設されたため、浄水場からの送水管網に接続されていない配水池が多い。

調査対象地域内の配水池とポンプ場の一覧をその現状と合わせて表 2.5.8-10 に示す。本調査では、SEDAPAL の他事業が改修・更新を行わなかった既存配水池およびポンプ場を主な対象として施設診断調査（電機設備の現状調査および現地コンサルタントを雇用しての構造物調査）を行ったが、その調査結果の概要を以下に示す。ただし詳細は添付資料 A4 を参照とする。

2) 施設診断調査の目的

本調査で行った施設診断調査は、既存施設の現状を把握するとともに各施設が所定の機能を果すために必要な事項を提案することを目的とし、現地での目視調査、電機設備調査、およびその調査結果に基づく考察により行った。なお、既存施設の監視制御システムに関する現状診断についは本節(11)項「監視制御システム」で述べる。

3) 調査結果の総論

配水池は全般的に貯留水の衛生確保や維持管理の作業性向上のために改修工事が必要であるものの、深刻な構造的欠陥は認められず施設の再建設は不要と考えられる。ポンプ施設を含む電機設備については、改修や一部取替えが必要な施設があるほか、現在稼動していない施設については設備全体の更新が推奨される。

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

区	セクター	サブ・セクター	名称		ポンプ場 あり (with)/ なし (without)	貯留容量 (m^3)	底部高 (m)	水位高 (m)	地盤高 (m)	構造物の形式	運転状況	計画されている他事業	
												事業*	事業の進捗
Los Olivos	83A	83A-1	R-800	VILLA SOL R-1	without	1300	97.00	103.00	74.66	Elevated	Inoperatable	-	-
		83A-2	R-801	VILLA DEL NORTE R-1	without	1800	99.08	105.08	68.58	Elevated	Inoperatable	-	-
	83B	83B-1	R-996	PARQUE DEL NARANJAL R-1	without	1400	89.70	101.00	63.50	Elevated	Inoperatable	-	-
		83B-2	-	CUETO FERNANDINI R-1	without	1500	82.50	87.50	58.90	Elevated	Inoperatable	-	-
	84A	84A-1	-	OLIVOS DE PRO R-1	without	1500	128.10	135.05	128.10	Standing	Inoperatable	-	-
		84A-2	-	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-2	without	1600	99.50	107.95	78.50	Elevated	Inoperatable	-	-
	84B	84B-1	-	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-1	without	1600	97.25	105.50	71.00	Elevated	Inoperatable	-	-
		84B-2	-	COMITÉ APOSTE	without	500	85.71	90.51	59.35	Elevated	Inoperatable	-	-
			-	PATRIA NUEVA R-1	without	70	97.20	100.70	87.00	Elevated	Operating	-	-
	85A	85A	R-805	PUERTA DE PRO R-1	without	1100	109.70	117.70	109.70	Standing	Inoperatable	-	-
	85B	85B-1	-	RIO SANTA R-1	without	570	106.50	112.00	88.50	Elevated	Inoperatable	-	-
		85B-2	R-997	PRO (shared with 85C)	without	1900	128.04	-	-	-	Inoperatable	-	-
		85B-3	R-802	SANTA LUISA R-1	without	500	114.64	121.64	93.49	Elevated	Inoperatable	-	-
	85C	85C	R-997	PRO (shared with 85B-2)	without	1900	128.04	-	-	-	Inoperatable	-	-
SAN MARTIN DE PORRES	212A	212A-1	R-986	VIRGEN DE LAS NIEVES R-4	without	1500	64.85	69.85	32.25	Elevated	Inoperatable	-	-
		212A-2	-	VIRGEN DEL ROSARIO R-1	without	1200	67.85	72.35	48.85	Elevated	Inoperatable	-	-
	212B	212B-1	-	ROSARIO DEL NORTE R-3	without	1200	66.90	71.70	44.90	Elevated	Inoperatable	-	-
		212B-2	-	JAZMINES DE NARANJAL R-2	without	1200	65.70	70.20	46.70	Elevated	Inoperatable	-	-
	213	213-1	CR-243	VIPOL NARANJAL R-1	WITH	1900	96.00	102.00	-	Standing	Operating	-	-
		213-2	-	CERRO EL CHOCLO R-2	without	100	101.00	104.85	81.00	Elevated	Operating	-	-
		213-3	-	CERRO EL CHOCLO R-1	without	100	115.00	118.85	100.00	Elevated	Operating	-	-
CALLAO	259	259	R-522	MARQUEZ R-522	without	1200	36.00	42.50	-	Standing	Operating	-	-
COMAS	345	345	-	ALAMEDA DEL PINAR R-1	without	1300	177.00	183.25	150.00	Elevated	Operating	B	Being executed
	346	346-1	-	El Manantial R-1	without	1100	140.80	143.70	-	Standing	Inoperatable	A	Being executed
			-	El Manantial R-2	without	1100	140.80	143.70	-	Standing	Inoperatable	A	Being executed
		346-2	-	EL PINAR R-1	without	1200	184.65	192.05	150.00	Elevated	Operating	B	Being executed
CARABAYLLO	347	347-1	R-918	SAN FELIPE R-1	without	670	200.34	207.39	-	Standing	Operating	B	Being executed
		347-2	-	LA ALBORADA R-2	without	1200	185.97	192.77	162.97	Elevated	Operating	B	Being executed
			-	ALBORADA R-1	without	1200	186.25	192.05	155.15	Elevated	Operating	B	Being executed
COMAS	348	348A	R-921	COLLIQUE R-1	WITH	1100	218.00	-	-	Standing	Operating	B	Being executed
		348B-1	R-922	COLLIQUE R-2	WITH	1500	248.00	-	-	Standing	Operating	B and E	Being executed
		348B-2	RE-01	RE-01	without	100	-	-	-	-	Operating	B	Being executed
	349	349A-1	R-923	COLLIQUE R-3	WITH	1100	276.00	281.50	276.00	Standing	Operating	B	Being executed
		349A-2	CR-76**	Cisterna	-	-	-	-	-	-	Operating	-	-
			R-927	NVA. ESPERANZA R-1	without	400	340.00	344.00	340.00	Standing	Operating	-	-
		349A-3	R-924	COLLIQUE R-4	WITH	1000	307.00	312.87	-	Standing	Operating	B	Being executed
		349B-1	R-925	COLLIQUE R-5	WITH	800	340.00	347.18	340.00	Standing	Operating	E	Being executed
		349B-2	R-926	COLLIQUE R-6	WITH	800	370.00	376.56	370.00	Standing	Operating	-	-
		349B-3	R-820	COLLIQUE R-7	without	550	430.00	434.70	430.00	Standing	Operating	-	-
		-	-	COLLIQUE R-8	without	100				Standing	Operating	F	Executed (2009)
CARAB/ COMAS	350	350-1	R-934	SANTA ISABEL R-1	WITH	1400	197.72	203.22	-	Standing	Operating	B	Being executed
		350-2	R-935	SANTA ISABEL R-2	WITH	1500	197.84	203.40	-	Standing	Operating	B	Being executed
CARABAYLLO	351	351-1	RP-1	LOS ANGELES R-1	without	400	225.00	230.30	-	Standing	Operating	B	Being executed
			RP-02	LOS ANGELES R-2	without	150	280.00	283.90	-	Standing	Operating	G	Executed (2006)
		351-2	RP-3	LOS ANGELES R-3	without	100	315.00	319.00	-	Standing	Operating	-	-
		351-3	RP-4	LOS ANGELES R-4	without	100	280.00	283.00	-	Standing	Operating	-	-
PTE. PIEDRA	361	361	R-RP-1	LA CAPITANIA PAMPA GALLINAZO RP-1	without	1000	195.00	200.00	-	Standing	Inoperatable	C	Being executed
	368	368A-1	RPA-6	RPA-6	WITH	2000	130	136.4	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		368A-2	RPA-1	RPA-1	without	500	116	122.4	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
			CR-2**	Cisterna	-	30	-	-	262.6	-	Operating	D	Executed (2008)
		368B	RPA-2	RPA-2	WITH	1500	160	167.65	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		368B	R-820	RP-17	without	100	190.00	193.55	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		368B	R-924	RPA-5	without	150	260.00	263.9	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		368B	R-925	RPA-4	WITH	200	225.00	228.9	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		368B	R-926	RPA-3	WITH	600	190.00	196.4	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		368B	RP-16	RP-16	without	100	225	228.55	-	-	Operating	D	Executed (2008)
	369	369A	RPA-17	RPA - 17	WITH	3000	168	175.3	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		369B	R-1	LADERAS DE CHILLON R-1	without	400	165.00	169.00	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		369B	R-2	LADERAS DE CHILLON R-2	WITH	200	196.00	199.00	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		369B	R-3	LADERAS DE CHILLON R-3	without	100	226.00	228.50	-	Standing	Inoperatable	D	Executed (2008)
		369B	RP-11	RP-11	WITH	100	226.00	228.50	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
		369B	RP-12	RP-12	without	250	263.50	268.50	-	Standing	Operating	D	Executed (2008)
	370	370	-	SHANGRILA R-1	without	500	164.50	168.00	-	Standing	Inoperatable	C	Being executed
			-	SHANGRILA R-2	without	500	-	-	-	Standing	Inoperatable	H	Perfil
COMAS	-	-	RRN-3	Reservorio Collique	without	4000	340.00	-	-	Standing	Under Construction	B	Being executed
	-	-	RRN-4	Reservorio Comas Bajo	without	4000	155.00	-	-	Standing	Under Construction	B	Being executed
SAN MARTIN DE PORRES	-	-	RP-2	Cerro Oquendo	without	5000	72.50	79.70	-	Standing	Inoperatable	B	Being executed
	-	-	RP-1	Cerro Candela	without	5000	86.50	93.70	-	Standing	Inoperatable	B	Being executed

* : A: Proyecto de optimizacion del suministro del agua potable y alcantarillado de Lima Norte (I), "Lima Norte I"
B: Proyecto de Mejoramient Sanitario de las Areas Marginales de Lima Convenio de Prestamo Nº PE-30, Obras complementarias a los Lote 1, 2 y 3
C: Proyecto de Mejoramient Sanitario de las Areas Marginales de Lima Convenio de Prestamo Nº PE-30, Lote 7: Obras Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado del Sitrito de Puente Piedra
D: Proyecto de Mejoramient Sanitario de las Areas Marginales de Lima Convenio de Prestamo Nº PE-30, Lote 10: Distrito de Puente Piedra, Obras Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado Esquemas Jardines Valle Chillon - La Ensenada - Asoc. De Vivienda Chillon
E: Proyecto de Rehabilitacion de Reservorios y Cisternas dentro del Ambio del Centro de Servicios Comas
F: Contrato de Obra Nº 023-2007-CW-3196-BIRF-SEDAPAL Ampliacion de redes de agua potable y alcantarillado mediente sistemas condominiales en diversos del Cono Norte, Paquete 2
G: L. P. Nº 0002-2005-CO-SEDAPAL Ampliacion y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Esquema los Angeles, Casuarinas y Anexos del Distrito de Carabayllo
H: Elaboracion del Estudio del Perfil del Proyecto de Ampliacion y Mejoramiento del System de Agua Potable y Alcantarillado del Esquema Cerro Las Animas y Anexos
**: Independent pumping station

出典: JICA 調査団

4) 構造物の現状

(a) はじめに

本調査では、既存配水池およびポンプ場の構造物を対象に再建設が必要な否か、およびどのような改修・更新が必要かを特定するため、現地調査をもとに構造物の現状診断を行った。診断結果の詳細は添付資料 A4 を参照とする。

(b) 構造物の現地調査

現地調査では、死荷重、活荷重、衝撃荷重、地震荷重、腐食、地盤変状などに起因する深刻な損傷等は認められなかった。躯体表面には鉄筋の露出、露出鉄筋の錆び、コンクリートの剥落がいくつかの配水池で認められた。また全ての配水池において収縮等によるひび割れが確認されたが、構造物の耐力や耐用年数に影響を与えるほど深刻なものではなく、コンクリート構造物の改修で一般的に用いられる躯体表面の改修工事により修復できると判断できる。

(c) 構造物の改修に係る提案

上述のように現状では深刻な破損等が認められないこと、およびその建設年次が 1980 年代または 1990 年代で一般的なコンクリート構造物の寿命（50 年以上）を迎えるにはまだ時間があることから再建設が必要な施設はないが、健全性の回復と長寿命化のため改修工事を行うことを提案する。

配水池で必要な改修工事はひび割れ改修、露出鉄筋の改修とコンクリートの修復、内面防水塗装、維持管理作業用タラップ・階段の改修または設置、外面塗装、排水・越流ピットの改修、その他付帯物の改修または設置等である。ポンプ場（建屋）に必要な改修工事はひび割れ改修と外面塗装等である。

本事業の実施にあたっては、その詳細設計において以下の作業により改修工事の詳細を検討・決定することが推奨される。

- 充水試験による配水池の貯水性能の確認（全ての配水池で実施することが望ましい）
- 詳細な構造物目視調査によるひび割れ箇所や幅等の確認
- コンクリート・コアの採取と室内一軸圧縮強度試験、鉄筋レーダーによる配筋調査、土質調査、およびその結果に基づく配水池の構造解析（対象施設は建設年次や規模に応じて選定する）
- 目視調査結果に基づく改修工事の詳細設計
- 構造解析結果に基づく、必要に応じた補強工事の計画および詳細設計

5) 電機設備の現状

(a) はじめに

電気設備の現状診断は、設備の現状と問題点を把握し必要な改修・更新等を提案することを目的として、現地調査や維持管理に携わる SEDAPAL 職員へのヒアリング等をもとに行った。診断結果の要約を表 2.5.8.12 に、詳細を添付資料 A6 に示す。

なお、診断の対象は *Perfil* にて本事業で改修等を行うことが提案されている 30 箇所の配水池と 5 箇所のポンプ場としたが、送配水計画の見直しにより、本事業で改

修を行って運転する配水池は 27 個所、ポンプ場は 4 個所である。表 2.5.8-11 および表 2.5.8-13 に電機設備の改修等が必要な施設を挙げる。

表 2.5.8-11 電機設備の改修を行う配水池一覧

No.	区	ｾｸﾀｰ	ｻﾌﾞ･ｾｸﾀｰ	ｺｰﾄﾞ	施設名称
1	ﾛｽ･ｵﾘｰﾎﾞｽ	83A	83A-1	R-800	VILLA SOL R-1
2			83A-2	R-801	VILLA DEL NORTE R-1
3		83B	83B-1	R-996	PARQUE DEL NARANJAL R-1
4			83B-2	R1	CUETO FERNANDINI R-1
5		84A	84A-1	R1	OLIVOS DE PRO R-1
6			84A-2	R2	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-2
7			84B-1	R1	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-1
8		84B	84B-2	R1	COMITÉ APOSTE
9				-	PATRIA NUEVA R-1
10		85A	85ª	R-805	PUERTA DE PRO R-1
11			85B-1	-	RIO SANTA R-1
12		85B	85B-2	R-997	PRO
13			85B-3	R-802	SANTA LUISA R-1
14	ｻﾝ･ﾏﾙﾃｨﾝ･ﾃﾞ･ﾎﾟﾚｽ	212A	212A-1	R-986	VIRGEN DE LAS NIEVES R-4
15			212A-2	-	VIRGEN DEL ROSARIO R-1
16		212B	212B-1	-	ROSARIO DEL NORTE R-3
17			212B-2	-	JAZMINES DE NARANJAL R-2
18		213	213-1	CR-243	VIPOL NARANJAL R-1
19			213-2	-	CERRO EL CHOCLO R-2
20			213-3	-	CERRO EL CHOCLO R-1
21	ｶﾔｵ	259	259	R-522	MARQUEZ R-522
22	ｺﾏｽ	349		R-927	NVA. ESPERANZA R-1
23		349		CR-76	CISTERNA
24			349B-1	R-820	COLLIQUE R-7
25			349B-2	R-926	COLLIQUE R-6
26	ｶﾗﾊﾞｲｰﾖ	351	351-2	RP-3	LOS ANGELES R-3
27			351-3	RP-4	LOS ANGELES R-4

出典：JICA 調査団

表 2.5.8-12 配水池の機電設備の状況

No.	コード	名称	直径 mm	流量 lps	容積 m^3	種類	状態	機電設備の状況	コントロールパネ	電動弁	塩素処理システム
1	R-800	VILLA SOL R-1	200	53,04	1300	高架式	待機中	使用可能	使用可能	使用可能	No
2	R-801	VILLA DEL NORTE R-1	250	97,63	1800	高架式	待機中	使用可能	使用不可	使用可能	設備なし
3	R-996	PARQUE DEL NARANJAL R-1	250	89,45	1400	高架式	待機中	使用可能	使用不可	使用可能	設備なし
4	R1	CUETO FERNANDINI R-1	300	162,03	1500	高架式	待機中	使用不可	使用不可	使用不可	設備なし
5	R1	OLIVOS DE PRO R-1	300	79,76	1500	補助用	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
6	R2	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-2	250	77,64	1600	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
7	R1	PROGRAMA CONFRATERNIDAD R-1	250	100,69	1600	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
8	R1	COMITÉ APOSTE				高架式	待機中	設備なし			設備なし
9	-	PATRIA NUEVA R-1				高架式	待機中	設備なし			設備なし
10	R-805	PUERTA DE PRO R-1	300	92	1100	補助用	待機中	設備なし	設備なし	使用不可	設備なし
11	-	RIO SANTA R-1	200	50,51	570	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
12	R-997	PRO				高架式	待機中				設備なし
13	R-802	SANTA LUISA R-1	250	76,12	500	高架式	待機中	使用可能	使用可能	使用可能	設備なし
14	R-986	VIRGEN DE LAS NIEVES R-4	250	106,43	1500	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
15	-	VIRGEN DEL ROSARIO R-1	300	79,26	1200	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
16	-	ROSARIO DEL NORTE R-3	250	87,51	1200	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
17	-	JAZMINES DE NARANJAL R-2	250	77,71	1200	高架式	待機中	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
18	CR-243	VIPOL NARANJAL R-1	300	121,2	1500	補助用	使用可能	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
19	-	CERRO EL CHOCLO R-2	100	4,6	1200	高架式	使用可能	設備なし	使用可能	設備なし	設備なし
20	-	CERRO EL CHOCLO R-1	100	2,2	1200	高架式	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能	設備なし
21	R-522	MARQUEZ R-522				高架式	使用可能	設備なし			設備なし
22	R-927	NVA. ESPERANZA R-1	150	18,1	400	補助用	使用可能	設備なし	使用可能	使用可能	設備なし
23	R-1	OQUENDO	350		400	補助用	待機中	設備なし			設備なし
24	R-820	COLLIQUE R-7	200	34	550	補助用	使用可能	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
25	R-926	COLLIQUE R-6	250	29,8	800	補助用	使用可能	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
26	RP-3	LOS ANGELES R-3	200	14,48	100	補助用	使用可能	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし
27	RP-4	LOS ANGELES R-4	200	15,93	100	補助用	使用可能	設備なし	設備なし	設備なし	設備なし

出典: JICA 調査団

1 機電設備の共通工事– バルブ、作動装置、付属機器含む

2 自動制御盤

3 電動弁

4 塩素注入機器、漏水検知システム、残留塩素監視設備

表 2.5.8-13 電機設備の改修を行うポンプ場一覧

No.	コード	名称
1	CR-243	VIPOL NARANJAL R-1
2	CR-76	CISTERNA
3	CR-96	COLLIQUE R-5
4	CR-97	COLLIQUE R-6

出典: JICA 調査団

(b) 電機設備の現地調査

現地調査では電機設備の現状と運転状況を目視により確認し、施設の運転を行っている現場職員へのヒアリングも行った。また、現在稼動していない設備については何が問題で稼動していないのかを調査した。さらに、いくつかの施設では設備の現状を確認するため試験運転も行った。

調査結果は現場写真とともに添付資料 A6 に示されている。

(c) 配水池設備に係る提案

現地調査とそれに基づく検討の結果、各施設を SCADA による監視制御下に置くためには、手動の設備を電動化することに加え、計装機器においても SEDAPAL の基準に基づいた SCADA への取り込みに対応できる仕様に更新する必要があるなど、設備の改修・更新が全ての施設で必要なことが分かった。

以下に、運転制御・維持管理を適正化するために全ての配水池が備えるべき必要な機能と設備を挙げる。

i) 計装機器

- 配水池の水位計（投込み式、Profibus DP 対応）
- 配水池流入弁手前の水圧計（Profibus DP 対応）
- 越流検知器
- 配水池流入側の流量計（電磁式、Profibus DP 対応）

ii) 機械設備

- 電動弁（Profibus DP 対応）

iii) 残留塩素監視設備

- 残留塩素計（Profibus DP 対応）

iv) 安全設備

- 漏水検知システム
- 配水池点検用ドアの開閉センサー
- 緊急時用警報器
- 監視カメラ

(d) ポンプ場設備に係る提案

配水池設備と同様に、既存設備の改修や更新に加え運転制御や維持管理を適正に行うために新規設備を設置する必要がある。全てのポンプ場が備えるべき必要な機能と設備を挙げる。

i) 計装機器

- ポンプ吐出側の水圧計（Profibus DP 対応）
- 配水池流入弁手前の水圧計（Profibus DP 対応）

ii) 機械設備

- 電動弁（Profibus DP 対応）

iii) 電気設備

- マルティネットワークアナライザー（Profibus DP 対応）
- 各ポンプの電気的パラメータ測定器（Profibus DP 対応）

iv) 残留塩素監視設備

- 残留塩素計（Profibus DP 対応）

v) 安全設備

- 漏水検知システム
- ポンプ建屋入口ドアの開閉センサー
- 緊急時用警報器
- 監視カメラ

表 2.5.8-14 に各電機設備の現状を示す。

表 2.5.8-14 電機設備の現状

No.	18	23	24	25
コード	CR-243	CR-76	CR-96	CR-97
名称	VIPOL NARANJAL R-1	CISTERNA	COLLIQUE R-5	COLLIQUE R-6
ポンプ施設 + 電動モーター	使用不可	使用不可	使用不可	使用不可
水道管	使用不可	使用可能	使用不可	使用不可
流量計	使用不可	使用不可	使用不可	使用不可
排水弁	使用不可	使用可能	使用不可	使用不可
塩素注入弁	使用不可	設備なし	設備なし	設備なし
仕切り弁	使用不可	使用可能	使用可能	使用可能
圧力保ち弁	使用不可	使用可能	使用可能	使用可能
付属品	使用不可	使用可能	使用可能	使用可能
塩素注入ポンプ	使用不可	設備なし	設備なし	設備なし

出典: JICA 調査団

6) 配水池およびポンプ場に係る現状の問題点

以上の現状診断結果に基づき、配水池およびポンプ場に係る現状の問題点を以下に挙げる。

- 配水池およびポンプ建屋に深刻な破損等は認められないが、全ての構造物において改修工事が必要である。
- 現在稼動していない配水池の電機設備は、運転再開にあたり一式を更新する必要がある。
- 稼動中の配水池およびポンプ場の電機設備についても、運転制御や維持管理に係る機能を拡充するために必要な設備を新規に設置する必要がある。

(9) 井戸および地下水

1) 調査対象地域の井戸

調査対象地域には相当な数の井戸があるが使用されていない井戸も多くある。*Perfil* では、既存井戸の中から水質的に問題のない井戸を 23 箇所（ロス・オリーボス区およびサン・マルティン・デ・ポレス区に分布）選定し、本事業で整備したうえで非常用として乾季や渇水時に利用することが提案されている。本調査では、現地コンサルタントを雇用してこれら 23 箇所の井戸の現状調査を行い、将来にわたって継続的に使用可能か否かを診断した。

現地調査の結果、調査対象の 23 箇所の井戸のうち 12 箇所はポンプ設備の一式が備わっていた。また、5 箇所は完全ではないが設備が一部備わっており、他の 6 箇所は設備が撤去されていた。

表 2.5.8-15 に調査対象地域内の井戸の一覧を示す。また、表 2.5.8-16 は本事業で非常用として整備する井戸の一覧である。

2) 診断の目的および診断方法

ここで行う既存井戸の現状診断は、既存井戸が今後非常用として取水可能か否かを判断するため、その水文地質的な特性と設備の現況を確認するものである。また、問題点があれば、井戸を長期間継続的に使用できるようにするための提案を行う。診断方法は以下の通りである。

- 既存資料の収集と分析
- 設備一式が備わっている既存 10 井戸を対象とした試験運転による取水可能量に関する調査
- 上記試験運転の結果に基づく既存 10 井戸の揚水量の検討と提案
- 地下水位の時系列変化の調査
- 19 井戸を対象としたテレビカメラ調査による井戸内部の現況調査
- 23 井戸の揚水可能量の推定

3) 水文地質的評価

既存井戸の水文地質的評価は、井戸の試験運転調査および SEDAPAL より提供された過去の地下水位データより行った。

現況の井戸運転における井戸特性評価は、次の観点に着目して行った：(a) スクリーン長、(b)スクリーン位置（深度）、(c) 静水位と動水位、(d) 揚水量, (e) スクリーン位置と動水位位置、(f) 帯水層の厚さ、(g) 帯水層の水位低下率

また、本事業における井戸の取水可能量を提案するため、井戸掘削当時に得られた地質的・水理的な井戸情報と、本調査で実施した短期間の揚水試験（試験運転調査）で得られた最新データとを比較検討した。

２つの違った地区に分布する井戸の地下水位経時変化を検討することによって、一般的な地下水状況の把握だけでなく、地下水位の低下傾向や涵養の状況把握も試みた。この検討は、将来のよりおおきな地下水開発を検討する上でも役立つと思われる。

各井戸に対する評価結果、結論および提言は Appendix A3 に示すが、その概要は以下のとおりである。

4) 地下水賦存量と地下水の経時変化

地下水状況の調査のために、23 井戸の 1993 年から 2010 年までの水位変化を分析したが、それにより、近年 Chillon 帯水層に大きな水位変動があったことがわかった。すなわち、調査を行った 23 井戸では 1997 年から 2001 年の間で大きく水位が低下しているが、その後、継続的に水位が上昇し続け、2010 年には、地下水位は井戸を掘削した当時のレベルまで回復した。この地下水位上昇は、8.40m から 39.54m に達しており、そのうち 13 井戸（61%）は 20m ～30m の水位回復、8 井戸（30%）は 30m 以上の水位回復を示している。

このような近年 12 年間の地下水位回復は、取水可能な帯水層と地下水量の増加を示している。これは 10 年前より SEDAPAL が井戸の揚水を徐々に取りやめたため、地下水揚水量が減少したことが大きな要因と考えられる。

表 2.5.8-15: 調査対象地域内の井戸の一覧

位置		井戸				電動モーター				ポンプ				運転状況							水質					
No.	地区	コード	名称	井戸の状態	付属機器	メーカー	出力	電流	電圧	Lg-Bm	種類	メーカー	モデル	測定時期	静的水位 (m)	動的水位 (m)	P1(psi)	P2(psi)	流量(l/s)	井戸の深さ m	測定日時	電気伝導度 µmhos/cm	硬度 mg/l $CaCO_3$	硫酸イオン濃度 mg/l SO_4	塩化物イオン濃度 mg/l Cl	硝酸イオン濃度 mg/l NO_3
1	7	161	San Felipe 2	待機中	設備あり	SUM	100	139	220		水中			2009/11/4	15.00	18.55	52	51	40	72.70	2009/5/20	1136	468	315	89	59
2	31	162	Palao	待機中	設備あり	IEM	75	167	217	97.20	立軸斜流	PEER-6	10MA-8	2009/2/27	43.80	54.25	27	27	30	99.50	2009/3/10	907	396	182	59	55
3	7	215	Retablo 4	待機中	設備あり	HIT	20	59	222	75.45	水中	LAY-4	6RKHC-5	2009/11/3	12.60	27.30	11	10	17	103.00	2009/2/18	1240	648	398	43	37
4	31	225	San German	待機中	設備あり	P	50		223	84.30	水中	DPUM-6	8M23-5	2009/9/30	33.58				35	92.00	2009/5/20	1297	565	345	157	26
5	7	226	Pascana	稼働中	設備あり	P	49	51	220	88.33	水中			2009/12/14	13.10	19.30	20	20	13	102.95	2009/1/27	1772	844	391	202	42
6	39	280	Pro 3	運転不能	設備なし				224					2008/8/6	20.75				45	103.50	2006/4/21	879	423	286	48	22
7	7	303	San Carlos	待機中	設備あり	D	50	97	218	54.39	立軸斜流	HID-6	8MQH-7	2009/12/14	12.90	13.60	30	30	30	75.00	2009/8/12	1439	630	342	72	53
8	7	312	Pro6 9no Sec	待機中	設備あり	D	50	84	210	83.50	立軸斜流	LAY-10	8URC-3	2009/8/19	9.30	31.00	13	12	8	85.00	2009/1/27	1137	567	399	77	40
9	39	316	Pro Lima	運転不能	設備なし				220					2009/9/7	2.73				3	85.00	2005/11/22	1824	1123	886	89	16
10	7	337	Sangarara 2	待機中	設備あり	SAE	20	48	222	68.28	水中	GPUM-6	10MA-10	2009/8/19	15.60	29.70	10	8	17	83.00	2009/5/20	1244	595	348	49	42
11	7	344	Collique 1	運転不能	設備なし				225					2008/12/16	18.83				23	68.80	2000/4/11	1439	588	311	96	59
12	7	348	Santa Luisa	待機中	設備あり	D	20	40	218	50.51	立軸斜流	BJ-5	8GH-6	2008/12/9	23.90	25.40	30	28	10	110.00	2008/10/17	1535	823	355	78	70
13	39	351	Puerta Pro	待機中	設備あり	HIT	75		212	90.30	水中	HID-5	7MQL-5	2009/2/25	21.60				13	94.00	2009/9/16	1297	696	436	53	20
14	7	378	Ano Nuevo	待機中	設備あり	SUM	40	36	215	63.96	水中	HID-6	10GL-9	2009/12/4	8.60	26.10	16	15	10	66.50	2009/4/29	1237	636	406	58	44
15	31	382	Vipol 1	待機中	設備あり	US	100		221	78.35	立軸斜流	BJ-10	12GM-5	2009/9/7	7.18				52	94.00	2009/4/29	1619	799	423	142	29
16	7	385	Ano Nuevo 2	運転不能	設備なし				220					2007/6/4	9.00				9	61.50	2004/9/20	1638	867	639	71	31
17	7	401	Sta Luisa	運転不能	設備不完全	HIT	40		218	77.50	水中	HID-4	6MQH-6	2008/8/6	20.35				30	217.00	2005/9/20	1468	700	422	59	53
18	39	423	Sta Luisa 4	運転不能	設備不完全	D	40		220	103.90	立軸斜流	HID-6	8MQH-11	2008/4/21	18.30				20	140.90	2006/4/12	1283	562	411	66	52
19	31	95	San Martin 2	待機中	設備あり	US	125		220	100.00	立軸斜流	BJ-8	10H60-10	2009/10/28	42.96				30	150.00	2008/8/12	690	319	160	43	25
20	31	99	Condevilla	待機中	設備あり	IEM	75		220	101.23	立軸斜流	BJ-5	8MQL-16	2009/9/30	40.52				30	103.70	2009/5/20	826	357	229	42	48
21	31	141	Canta	稼働中	設備あり	D	50	120	216	91.40	立軸斜流	BJ-6	10CGL-9	2009/9/30	47.59				17	138.00	2009/4/29	846	381	164	84	48
22	31	142	Amalia Puga	待機中	設備あり	P	75	165	220	84.29	水中	DPUM-6	8H38-4	2009/9/30	33.67				43	132.20	2009/5/20	782	342	238	36	42
23	31	776	El Trebol 3	運転不能	設備なし				220					2001/8/21	60.50				45	145.00	2006/5/9	934	443	216	64	37
24	31	780	Palao 3	運転不能	設備なし				220					2004/3/5	45.41				25	139.00	2006/8/21	1022	397	164	86	48
25	7	430	Primavera 2	待機中	設備あり	SAE	75	72	221	66.85	水中	GPUM-6	8GH-10	2009/9/7	15.10	38.65	38	38	16	79.13	2009/4/29	1304	674	468	61	31
26	31	781	Lola Ferreyros 2	運転不能	設備なし				220					2007/8/17	52.49				30	150.00	2006/4/5	1091	451	413	113	59
27	7	431	Collique 4	待機中	設備あり	US	100		440	23.24	立軸斜流	BJ-8	12GL-10	2009/6/10	8.00				33	29.95	2000/3/16	1191	594	429	49	45
28	39	785	Vipol 4	運転不能	設備なし				220					2007/2/12	3.07				8	85.00	2006/3/28	1198	577	76	79	10
29	7	437	Retablo 5	待機中	設備あり	FKL	30		217	93.00	水中	GOULD-4	6CHC-4	2009/9/7	13.18				17	117.00	2009/9/16	1515	803	395	76	53
30	39	788	San Roque	運転不能	設備なし				220					2009/9/4	12.78				17	110.00	2006/4/29	1139	545	399	95	21
31	39	474	Pro 12	待機中	設備あり	SUM	25		217	73.10	水中	BJ-6	10CGL-8	2009/5/14	19.50				20	120.00	2008/12/13	1235	623	439	69	44
32	31	789	Trebol de Chavarria	運転不能	設備なし				448					2009/10/28	27.20				43	125.00	2005/9/20	1077	493	167	115	53
33	7	487	El Pinar-Teo	待機中	設備あり	SAE	30	86	216	42.00	水中	GPUM-6	9RCLC-5	2009/12/14	2.80	16.40	16	16	40	60.00	2009/8/12	1263	552	348	45	37
34	39	791	Prolima	稼働中	設備あり	IEM	50	99	225	74.23	立軸斜流	BJ-6	10GH-6	2009/10/13	9.70	51.05	27	27	13	100.00	2009/2/18	1505	804	259	63	40
35	39	489	Los Naranjos	運転不能	設備なし				227					2008/8/18	18.97				17	106.20	2004/1/29	1400	754	538	77	44
36	39	498	Pro 11	稼働中	設備あり	US	40	92	220	103.50	立軸斜流	PEER-5	8MA-14	2009/8/26	19.40	50.80	18	16	17	129.00	2009/1/27	1119	540	353	77	29
37	31	569	Chuquitanta	稼働中	設備あり	IEM	60	103	220	45.72	立軸斜流	HID-6	8MQH-3	2009/11/23	10.50	23.80	12	12	40	119.00	2009/1/27	1128	567	326	98	15
38	31	606	El Establo	運転不能	設備なし				213					2007/10/11	42.20				17	120.00	2000/3/21	745	318	116	50	42
39	7	616	Pinar 2	待機中	設備あり	IEM	30	89	221	57.60	立軸斜流	BJ-4	300S-4	2009/10/21	9.14	38.30	22	22	16	58.00	2009/8/12	1285	596	349	47	31
40	39	618	Wiesse	待機中	設備あり	D	50		227	84.72	立軸斜流	BJ-6	10GL-9	2009/9/30	12.02				30	118.00	2008/9/17	1227	629	364	68	26
41	7	619	Pinar 1	待機中	設備あり	FKL	25	115	214	51.50	水中	DEMIN-4	MGEA-4	2009/12/14	7.90	41.50	72	36	16	59.50	2009/8/12	1270	581	343	42	35
42	31	656	Malaspina	待機中	設備あり	HIT	80		220		水中			2009/9/30	29.27				17	119.84	2008/8/14	847	413	168	160	66
43	31	657	Vipol Naranajal	運転不能	設備なし				220					2009/9/30	11.50				10	89.90	2006/5/9	1564	801	628	84	59
44	31	666	San Martin 5	待機中	設備あり	D	125		220	100.08	立軸斜流	BJ-8	10GH-8	2009/8/27	34.80				40	150.00	2008/8/12	735	362	155	62	34
45	31	670	El Rosario	待機中	設備あり	US	125	175	221	75.05	立軸斜流	HID-8	12GM-4	2009/5/14	33.20	48.65	36	35	50	117.00	2009/1/27	1209	603	157	172	51
46	31	679	Chicmabamba P-4	運転不能	設備不完全	IEM	75		212		立軸斜流	BJ-6		2007/11/14	12.20				36	120.00	2006/2/9	1106	635	381	53	27
47	31	680	La Florida P-9	運転不能	設備なし				220					2008/8/8	8.08				20	120.00	2006/3/8	1155	528	356	51	23
48	39	684	Aposte	運転不能	設備不完全	D	30	45	220	44.00	立軸斜流	BJ-5	8GH-6	2008/8/4	10.60				10	115.00	2009/5/20	1965	909	345	287	57
49	31	687	Virgen Fatima P-10	待機中	設備あり	US	75		225	69.00	立軸斜流	BJ-8	10GM-8	2009/9/2	6.87				30	120.00	2008/11/18	1411	692	418	130	42
50	39	688	Aznapuquio P-5	待機中	設備不完全	IEM	50		220		立軸斜流	BJ-6		2009/9/2	8.14				27	120.00	2004/1/26	1129	591	455	63	18
51	31	689	Aznapuquio P-12	待機中	設備あり	HIT	40		220		水中			2009/9/2	5.31				18	120.00	2005/8/19	1551	816	404	144	43
52	31	690	Aznapuquio P-13	待機中	設備あり	HIT	30	122	220	72.40	水中	PLEU-4	S/PLAC-5	2009/9/2	4.96				23	120.00	2009/3/10	2100	1012	429	312	57
53	39	691	Milla Ochoa 2	運転不能	設備なし				216					2009/9/4	18.23				15	120.00	2006/5/10	971	487	382	48	13
54	39	692	Milla Ochoa 3	運転不能	設備なし				223					2009/9/4	17.95				27	120.00	2004/1/29	1222	655	416	70	27
55	39	693	Milla Ochoa 10	待機中	設備あり	IEM	40	105	220	85.19	立軸斜流	HID-4	7MQH-22	2009/9/4	19.33				17	120.00	2008/10/17	1055	536	332	53	18
56	39	694	AH.Sn Martin 4	運転不能	設備なし				220					2009/9/4	17.88				20	112.00	2006/6/16	1133	515	386	55	18
57	39	695	A.H San Martin 5	待機中	設備あり	IEM	75		220	88.78	立軸斜流	BJ-6	10GL-13	2009/5/14	14.95				20	120.00	2008/10/17	993	474	335	50	15
58	39	696	Laura Calle 6	運転不能	設備なし				213					2009/9/4	18.11				14	110.26	2006/2/8	934	410	312	48	16
59	39	704	Rio Santa	待機中	設備あり	SIEM	30		212	81.00	立軸斜流	JHON-8		2009/12/14	20.30				13	100.00	2009/3/10	876	391	302	29	15
60	39	716	Santa Elisa	稼働中	設備あり	US	40		222	53.62	立軸斜流	HID-6	10CGL-6	2009/5/14	14.80				26	110.00	2008/10/17	1191	632	270	56	24
61	39	717	Estrella	運転不能	設備なし				225					2009/9/14	17.91				12	92.60	2006/4/20	1016	471	273	41	24
62	39	719	Los Olivos Pro-P1	待機中	設備不完全	HIT	40		223	93.54	水中	HID-4	5.5CGH-9	2009/3/10	18.50				12	119.10	2004/7/14	1270	578	342	68	21
63	39	720	Los Olivos Pro-P2	待機中	設備あり	US	50		211	55.98	立軸斜流	GPUM-6	9RCHC-6	2009/5/14	12.75				40	120.00	2009/9/16	1323	463	443	114	2
64	7	721	Alborada-PT1	待機中	設備あり	D	40	59	218	58.00	立軸斜流	PEER-6	8MA-10	2009/12/14	8.25	32.80	32	30	13	100.00	2009/8/12	1087	479	265	41	15
65	7	722	Alborada-PT3	待機中	設備あり	ATU	40	75	223	54.90	水中	NASJHO	NJ-7CC-4	2009/10/16	14.70	17.60	43	42	21	84.00	2009/8/12	1322	588	335	51	46
66	7	723	Alborada-PT4	待機中	設備あり	D	40		220	54.44	立軸斜流	BJ-6	10GM-9	2009/2/25	7.15				23	100.00	2006/3/6	1197	590	371	87	55
67	7	724	Alborada-PT5	待機中	設備あり	US	40		210	43.96	立軸斜流	HID-5	10GL-4	2009/3/17	9.85				33	97.65	2008/11/18	1004	501	321	41	31
68	7	725	Alborada-PT2	待機中	設備あり	SAE	20	52	224	44.23	水中	GPUM-4	7WALC-3	2009/12/14	4.70	18.15	38	36	13	74.00	2008/12/22	793	376	264	32	13
69	31	727	Asnapuquio C1	待機中	設備不完全	IEM	60		210		立軸斜流			2009/9/1	11.87				36	120.00	2005/11/30	1235	671	435	62	36
70	31	728	Asnapuquio C2	運転不能	設備不完全	IEM	60	116	211	65.81	立軸斜流	DPUM-6	10CGL-9	2009/9/1	12.44				33	120.00	2004/3/4	1326	716	482	59	32
71	31	729	Asnapuquio C4	運転不能	設備不完全	IEM	60	138	220	77.63	立軸斜流	NAT-6	10CGL-9	2009/9/1	11.03				33	120.00	2006/2/9	1253	647	447	62	34
72	31	730	Asnapuquio P9	待機中	設備あり	IEM	100		213	66.43	立軸斜流	BJ-8	12GL-6	2009/12/14	3.97				43	111.20	2006/10/16	1341	602	390	63	29
73	31	748	San Martin 6	運転不能	設備不完全	US	125		227	87.77	立軸斜流	BJ-6	12 GM	2009/9/30	27.15				30	150.00	2006/3/30	809	369	139	55	51

出典: SEDAPAL地下水調査資料(2010年12月)

改修対象井戸

表 2.5.8-16: 調査対象地域の改修を予定している井戸

General Characteristis					Equip ment	Physical - Chemical Conditions					
Location		WELL		Sit.		Muestreo	Conduct.	Har. Total	Sulphates	Chlorides	Nitrates
CS	Dis	No	Name	Well		Fecha	µmhos/cm	mg/l $CaCO_3$	mg/l SO_4	mg/l Cl	mg/l NO_3
1	39	351	Puerta Pro	Rse*	Complete	16/09/2009	1297	696	436	53	20
2	39	474	Pro 12	Rse*	Complete	13/12/2008	1235	623	439	69	44
3	39	498	Pro 11	F	Complete	27/01/2009	1119	540	353	77	29
4	31	569	Chuquitanta	F	Complete	27/01/2009	1128	567	326	98	15
5	39	618	Wiesse	Rse*	Complete	17/09/2008	1227	629	364	68	26
6	31	687	Virgen Fatima P-10	Rse*	Complete	18/11/2008	1411	692	418	130	42
7	31	689	Aznapuquio P-12	Rse*	Complete	19/08/2005	1551	816	404	144	43
8	39	693	Milla Ochoa 10	Rse*	Complete	17/10/2008	1055	536	332	53	18
9	39	695	A.H San Martin 5	Rse*	Complete	17/10/2008	993	474	335	50	15
10	39	704	Rio Santa	Rse*	Complete	10/03/2009	876	391	302	29	15
11	39	716	Santa Elisa	F	Complete	17/10/2008	1191	632	270	56	24
12	39	720	Los Olivos Pro-P2	Rse*	Complete	16/09/2009	1323	463	443	114	2
13	39	423	Sta Luisa 4	Pca	Partial	12/04/2006	1283	562	411	66	52
14	39	688	Aznapuquio P-5	Pca	Partial	26/01/2004	1129	591	455	63	18
15	31	727	Asnapuquio C1	Rse*	Partial	30/11/2005	1235	671	435	62	36
16	31	728	Asnapuquio C2	Pca	Partial	04/03/2004	1326	716	482	59	32
17	31	729	Asnapuquio C4	Pca	Partial	09/02/2006	1253	647	447	62	34
18	39	280	Pro 3	Pca	Without	21/04/2006	879	423	286	48	22
19	39	691	Milla Ochoa 2	Pca	Without	10/05/2006	971	487	382	48	13
20	39	692	Milla Ochoa 3	Pca	Without	29/01/2004	1222	655	416	70	27
21	39	694	AH.Sn Martin 4	Pca	Without	16/06/2006	1133	515	386	55	18
22	39	696	Laura Calle 6	Pca	Without	08/02/2006	934	410	312	48	16
23	39	717	Estrella	Pca	Without	20/04/2006	1016	471	273	41	24

Wells under operation

Wells for contingency

Wells stopped

出典:SEDAPAL および JICA 調査団

5) 井戸スクリーン最上部と動的水位との関係

SEDAPAL より提供された最新データおよび 2010 年 5 月から 6 月にかけて実施した試験運転調査の結果より、全ての井戸において地下水の動的水位が井戸スクリーンの最上部より高い位置にあることが確認された。両者の高低差は 7.63m から 49.55m であるが、その多くは 25m以上である。すなわち、全ての井戸においてスクリーンは完全に地下水位以下となっており、地下水開発や井戸の寿命にとって好ましい状況といえる。

6) 飽和帯水層の地下水位低下

近年の地下水位回復は飽和滞水層の層厚増大をもたらした。それを裏付けるように、本調査で試験運転調査を行った 10 井戸における試験運転中の水位降下は予想を下回るものであり、地下水の開発可能量は増加していると評価できる。

試験運転中の飽和帯水層の地下水位低下率は、井戸によって 3.5%（井戸 No.569）から 43.9%（井戸 No.280）までの幅があるが、大部分の井戸では 25%未満を示し、良好な状況である。なお、25%以上の比較的高い地下水位低下率を示した井戸は No. 280（43.9%）、No. 351（43.9%）、および No. 689（28.2%）であった。

7) 試験運転調査

2010 年 5 月 4 日から 7 月 9 日にかけて、ロス・オリーボス区にある 10 箇所の井戸（No. 351、474、498、618、687、693、695、704、716 および 720）を対象に既存ポンプ設備を利用した試験運転調査を実施した。

今回の試験運転で得た結果と建設当時の運転状況でポンプの性能曲線や井戸の水位等を比較した結果、現在の方が建設当初よりも水理パラメータや流量などの項目で高い性能が得られた。

8) CCTV カメラによる井戸内部の現状調査

CCTV カメラによる井戸内部の現状調査は、ポンプ設備がない井戸 5 箇所（No. 280、694、696、717 および 689）と設備のある井戸 14 箇所（No. 351,、423、474、498、691、618、687、688、692、693、695、720、727 および 729）の合計 19 箇所で行った。ポンプ設備のある井戸については、カメラを挿入するために既存設備をいったん撤去し、カメラ調査実施後に復旧した。

調査の結果、ケーシング本体の損傷、内部の堆積物やスクリーンの目詰まりなどポンプ設備の運転に支障を与えるような深刻な問題は確認されなかった。

9) 揚水可能量

ポンプ試運転調査やその他の調査結果より、調査対象の 23 箇所の井戸の揚水可能量は合計で 531.50 リットル/秒、すなわち 0.531m^3/秒であった。

10) 井戸の電機設備の現状

これまでに述べた井戸の現状調査とは別に、本調査では既存電気設備の現況を把握するために電機設備技術者による現地踏査と現状評価を行った。調査の結果、既存井戸の配盤類は全て老朽化または故障していること、スタータが SEDAPAL の標準仕様である電子式となっていないこと、および計装機器のほとんどが作動していないことなどが分かった。本事業では、今後の継続的な井戸の利用を可能とするため、以下に挙げる機能と設備を井戸に備える必要がある。

i) 計装機器

- 地下水位計測のための手動式水位計
- ポンプ吸込側の水圧計（Profibus DP 対応）
- ポンプ吐出側の水圧計（Profibus DP 対応）
- 塩素注入圧制御用の水圧計（Profibus DP 対応）
- ポンプ吐出側の流量計（電磁式、Profibus DP 対応）

ii) 機械設備

- 電動弁（Profibus DP 対応）

iii) 電気設備

- マルティネットワークアナライザー（Profibus DP 対応）
- 各ポンプの電気的パラメータ測定器（Profibus DP 対応）

iv) 残留塩素注入設備

- 塩素注入設備一式（残留塩素濃度および流量に応じた自動制御システム、Profibus DP 対応）

v) 安全設備

- 浸水検知システム
- 井戸建屋点入ロドアの開閉センサー
- 緊急時用警報器
- 監視カメラ

vi) 水質計測設備

- 窒素計測機（アンモニア、硝酸および亜硝酸）
- pH 計測機

11) 井戸に係る現状の問題点

本事業で整備して非常時用水源として使用する 23 箇所の井戸のうち多くの設備がポンプ設備を有していない。また、ポンプ設備を有している井戸も含め全ての井戸で、運転制御や維持管理に必要な設備の不備がある。井戸によって状況は異なるが、各井戸が適正に稼動するためにはポンプの新設、既存設備の改修、および新規設備の追加などが必要である。

表 2.5.8-17 井戸の機電設備の状況

井戸		機電設備											排水管路							塩素処理設備				自動制御パネル		
		モーターポンプ設備	機械設備				電気設備																			
No	名称		Lg-Bm	種類	メーカー	型式	メーカー	出力	電流	電圧	ネットワーク設備	コンデンサ	口径	仕切り弁	照明	空気抜き弁	格納庫	流量計	圧力計	ポンプ	パネル	安全装置	塩素注入設備	PLC	無線機	アンテナ
280	Pro 3	設備なし								224	なし	なし	8	スルース	なし	なし	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
351	Puerta Pro	設備あり	90,30	SU	HID-5	7MQL-5	HIT	75		212	あり	あり	4	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
423	Sta. Luisa 4	設備不完全	103,90	VT	HID-6	8MQH-11	D	40		220	あり	あり	8	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
474	Pro 12	設備あり	73,10	SU	BJ-6	10CGL-8	SUM	25		217	あり	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
498	Pro 11	設備あり	103,50	VT	PEER-5	8MA-14	US	40	92	220	あり	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
569	Chuquitanta	設備あり	45,72	VT	HID-6	8MQH-3	IEM	60	103	220	なし	あり	8	スルース	あり	あり	あり	電磁式	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
618	Wiesse	設備あり	84,72	VT	BJ-6	10GL-9	D	50		227	なし	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
687	Virgen Fátima P-10	設備あり	69,00	VT	BJ-8	10GM-8	US	75		225	なし	あり	8	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
688	Aznapuquio P-5	設備不完全		VT	BJ-6		IEM	50		220	なし	あり	6	スルース	あり	なし	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
689	Aznapuquio P-12	設備あり		SU			HIT	40		220	なし	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
691	Milla Ochoa 2	設備不完全		VT						216	あり	あり	4	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
692	Milla Ochoa 3	設備なし		SU						223	あり	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
693	Milla Ochoa 10	設備あり	85,19	VT	HID-4	7MQH-22	IEM	40	105	220	なし	なし	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
694	AH.San Martin 4	設備なし								220	なし	なし	なし	スルース	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
695	A.H San Martin 5	設備あり	88,78	VT	BJ-6	10GL-13	IEM	75		220	あり	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
696	Laura Calle 6	設備なし								213	なし	なし	なし	スルース	なし	なし	なし	なし	No	No	No	No	No	なし	なし	なし
704	Rio Santa	設備不完全	81,00	VT	JHON-8						あり	あり	4	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
716	Santa Elisa	設備あり	53,62	VT	HID-6	10CGL-6	US	40		222	なし	あり	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
717	Estrella	設備なし									なし	なし	なし	スルース	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
720	Los Olivos Pro-P2	設備あり	55,98	VT	GPUM-6	9RCHC-6	US	50		211	あり	あり	4	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし
727	Aznapuquio C1	設備不完全		VT			IEM	60		210	なし	なし	6	スルース	あり	あり	あり	マイクロメータ	あり	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
728	Aznapuquio C2	設備不完全	65,81	VT	DPUM-6	10CGL-9	IEM	60	116	211	なし	なし	6	スルース	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
729	Aznapuquio C4	設備不完全	77,63	VT	NAT-6	10CGL-9	IEM	60	138	220	なし	なし	6	スルース	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし

出典: 井戸調査技術レポート – SEDAPAL、現場調査、EOMASBA

(10) 現行セクター流入部バルブ・ピット

1) バルブ・ピットの現状

現行セクターの入口で流入量および水圧を監視制御するセクター流入部バルブ・ピットは、表 2.5.8-18 に示すように 11 箇所に設置されており、このバルブ・ピットには、仕切弁と水圧調整用のバタフライ弁等が設置されている。

表 2.5.8-18: 既存の現行セクター流入バルブ・ピット

No	区	場所	コード	現行セクター
1	ﾛｽ･ｵﾘｰﾎﾞｽ	Av. Las Palmeras / Calle Río Marañon	S0083	83*
2		Av. Huandoy / Calle 69	S0084	84*
3		Av. Mendiola / Av. Los Portales	S0085	85*
4	ｻﾝ･ﾏﾙﾃｨﾝ･ﾃﾞ･ﾎﾟﾚｽ	Av. Universitaria / Av. Los Mirlos	S0212	212*
5		Autopista Lima-Canta / Av. Universitaria	S0213	213*
6	ｺﾏｽ	Av. Túpac Amaru/ Las Lomas	-	350
7		Av. Túpac Amaru/ San Felipe	-	345 – 346
8		Av. Túpac Amaru	-	347 - 346
9	ﾌﾟｴﾝﾃ･ﾋﾟｴﾄﾞﾗ	Capitana Sector	-	361
10		Ensenada Sector	-	368
11		Sureños Sector	-	369

*: 監視制御が自動化されているバルブ・ピット

出典: SEDAPAL および JICA 調査団

表中に示すように、11 箇所のバルブ・ピットのうち 5 箇所（現行セクター84、84、85、212 および 213）のバルブ・ピットは SEDAPAL の中央監視システムに組み込まれ自動的な遠隔監視制御が行われているが、他は自動化されていない。下表に、遠隔監視制御が行われている 5 箇所のバルブ・ピットに備えられている機器を示す。

表 2.5.8-19: 現行セクター流入バルブ・ピットの主要機器

現行ｾｸﾀｰ	流入ﾊﾞﾙﾌﾞ	自動制御弁	流量計	ﾊﾞﾙﾌﾞ	バイパス			流入自動制御	水圧計		空気弁	ﾌｨﾙﾀｰ
	ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁	口径	電磁流量計	ｹﾞｰﾄﾊﾞﾙﾌﾞ	ｸﾞﾛｰﾌﾞ･ﾀｲﾌﾟ	ﾊﾞﾀﾌﾗｲ弁	仕切弁		一次（上流）側	二次（下流）側		
83	X	300 mm	x	x	x	X	X	x	x	x	-	-
84	X	300 mm	x	x	x	X	X	x	x	x	-	-
85	X	300 mm	x	x	x	X	X	x	x	x	-	-
212	X	300 mm	x	x	x	X	X	x	x	x	x	-
213	X	300 mm	x	x	x	X	X	x	x	x	x	-

X: あり、-: なし

出典: JICA 調査団

2) 現行セクター流入バルブ・ピットに係る現状の問題点

上述のように、既存の 11 箇所のバルブ・ピットのうち遠方監視制御機能を有しているのは 5 箇所のみであり、その他は流入水量・水圧の監視制御が満足に行えない状況にあり、運転状況の把握や運転の精度に問題がある。

ただし、本事業では各セクターへの流入制御はバルブ・ピットではなく各セクターの配水池にて行うよう送水システムを変更するため、本事業の実施によりバルブ・ピットは各セクターへの流入制御という役割を終えることになる。したがって、これらのバルブ・ピットは減圧弁として改造されるか「常時開」の非常用仕切弁として活用する（詳細は第 3 章 3.4.4 (7)参照）。

(11)配水管網

1) 既存配水管網の整備規模

調査対象地域には 41 のセクターがあり、そのうち配水管網が既に整備されているのは 26 セクターである。これら 26 セクターの標高は海抜 5m から 565m に渡り、配水管の整備延長は 773.45km である。既存配水管のセクター別管種別延長を表 2.5.8-20 に示す。

表中に示すように、既存配水管には石綿セメント管（AC 管）、鉄管、亜鉛めっき鋼管、および硬質塩化ビニル管（PVC 管）があり、AC 管（46.73%）と PVC 管（53.10%）がそのほとんどを占めている。そのうち AC 管は 10-15 年程度前までに使用されていたが、近年施工されている配水管には PVC 管が専ら使用されてきている。なお、表 2.5.8-21 は配水管の付帯設備であるバルブ類の個数をセクター別に示したものである。

既に配水管網が整備されている 26 セクターのうち、3 セクター（セクター361、368B、369B）の配水管網は近年整備されたか更新されており、またセクター370 の配水管網は SEDAPAL の別事業により更新される予定である。また、セクター348A の一部（サブ・セクター348A-2）も近年更新されている。

また、SEDAPAL はワチパ浄水場計画配水地域内で配水管網が未整備な地域に速やかに配水管網を拡張する意向を持っている。しかし、その目標年次やスケジュールはまだ明確にされていない。

表 **2.5.8-20:** 既存配水管のセクター別管種別延長

セクター	管種別延長（km）				合計 (km)
	AC	ACERO	FOFO	PVC	
83 A-1	9.29			1.87	11.16
83 A-2	18.75			2.60	21.35
83 B-1	10.06			0.19	10.25
83 B-2	29.84			5.78	35.62
84 A-1	15.70			18.39	34.09
84 A-2	20.42			4.05	24.47
84 B-1	26.10			3.76	29.86
84 B-2	3.79			9.60	13.38
85 A	11.25			6.13	17.38
85 B-1	4.79		0.03	4.46	9.27
85 B-2	8.34			0.26	8.60
85 B-3	5.51			0.41	5.92
85 C	13.10			2.52	15.62
212 A-1	3.62			26.69	30.31
212 A-2	6.76			13.31	20.07
212 B-1	0.92			13.55	14.47
212 B-2	0.54			12.10	12.64
213-1	12.65			22.69	35.34
213-2				0.62	0.62
213-3	0.03			1.05	1.08
253				0.21	0.21
256				4.32	4.32
259	12.40	0.22		1.43	14.05
345	0.06			13.31	13.37
346-1	4.67			4.68	9.35
346-2	9.25			6.38	15.63
347-1	3.92			14.44	18.36
347-2	11.61			19.84	31.45
348 A	7.64				7.64
348 B-1	17.37			3.22	20.59
348 B-2	0.24		0.13	0.01	0.38
349 A-1	12.90	0.70		3.51	17.11
349 A-2	1.61			2.11	3.72
349 A-3	0.84	0.06		7.63	8.53
349 B-1	0.71			8.71	9.42
349 B-2	3.03			6.12	9.15
349 B-3	5.63			2.19	7.82
350-1	34.81				34.81
350-2	22.65			14.43	37.08
351-1	0.93			2.06	2.99
351-2				2.63	2.63
351-3			0.19	0.46	0.65
361				26.90	26.90
368 A-1	0.02			21.96	21.98
368 A-2	0.01			5.59	5.60
368 B	0.06			33.85	33.91
369 A	0.23			25.11	25.34
369 B	0.48			27.95	28.43
370	8.90			1.62	10.52
合計（km）	**361.41**	**0.98**	**0.35**	**410.70**	**773.45**
割合	**46.73%**	**0.13%**	**0.05%**	**53.10%**	**100.00%**

出典: SEDAPAL および JICA 調査団

表 2.5.8-21: 配水管付帯設備のセクター別個数

Sector	SubSector	HYDRANT VALVES																				GATE VALVES																							DRAIN VALVES													Total			Sub sector pipe length	Ratio (Qty. / km)		
		AC							PVC												Total	AC									PVC													Total	AC						PVC						Total	Hydrant	Gate Valves	Drain Valves		Hydrant	Gate Valves	Drain Valves
		75	100	150	200	250	300	Total	63	75	90	100	110	150	160	200	250	300	315	Total		50	75	90	100	150	200	250	300	Total	50	63	75	90	100	110	150	160	200	250	300	315	Total		50	100	150	200	250	Total	75	90	100	110	160	Total								
83 A	83 A-1		6		1	3		10												0	10				45		5	6	2	58						9							9	67				1		1				1		1	2	10	67	2	11.15	0.90	6.01	0.18
	83 A-2		12	5	3	4		24					2							2	26				70	22	8	4		104				1		8		4		1	1		15	119		1	1			2							2	26	119	2	21.36	1.22	5.57	0.09
83 B	83 B-1		10	7				17							2					2	19				39	12		6	3	60								1			1		2	62			1			1							1	19	62	1	10.24	1.85	6.05	0.10
	83 B-2		40	14	2	1		57					4		1					5	62	4	3		110	53	4	11		185						26		18	2	1				47	232		1				1					1	1	2	62	232	2	35.63	1.74	6.51	0.06
84 A	84 A-1		12	1	2		2	17					10		1	1	1			13	30				54	8	6		3	71						72		4	7	6	1		90	161														30	161	0	34.08	0.88	4.72	0.00
	84 A-2		4	3	4	1		12					2			3				5	17				80	10	10	13		113						17			3				20	133			1		1	2							2	17	133	2	24.47	0.69	5.43	0.08
84 B	84 B-1		20	6	5			31					2		2					4	35				108	27	14			149			4			6		9					19	168		1	2			3					1	1	4	35	168	4	29.86	1.17	5.63	0.13
	84 B-2		6	1	2			9			1		4		3	1				9	18				16	2	5	1		24			11	7		24		9	2				53	77														18	77	0	13.38	1.35	5.75	0.00
85 A	85 A		14	4	1			19					4							4	23				53	15	11	1	1	81	1					31		8		3			43	124		1				1							1	23	124	1	17.38	1.32	7.13	0.06
85 B	85 B-1		6	1	2			9					5		3	1				9	18				11	5	2			18						19		4	6				29	47														18	47	0	9.28	1.94	5.06	0.00
	85 B-2		13	4		2		19					1							1	20				28	8	5	4		45						1							1	46		1	1			2							2	20	46	2	8.60	2.33	5.35	0.23
	85 B-3		1	5	4	4		14												0	14				6	5	6	8		25						1							1	26			1			1							1	14	26	1	5.91	2.37	4.40	0.17
85 C	85 C		16	14		1		31					3							3	34				47	26	1	3		77						12		1					13	90														34	90	0	15.64	2.17	5.76	0.00
212 A	212 A-1		3			2		5			1		24		5					30	35		1	1	11	2	2	2		19		2	5	10		138		8	3	1			167	186										3		3	3	35	186	3	30.30	1.15	6.14	0.10
	212 A-2	1	5	4	3			13					10		4		1			15	28		6		22	8	7	2		45				8		59		13	3	1	1		85	130				1		1				2		2	3	28	130	3	20.06	1.40	6.48	0.15
212 B	212 B-1		1					1					12		2					14	15				2		1			3			4			67		8	1				80	83														15	83	0	14.46	1.04	5.74	0.00
	212 B-2		1					1					6		1	3				10	11					1	1			2				1		52		9	13				75	77														11	77	0	12.65	0.87	6.09	0.00
213	213-1		10	6	2			18			1		14		2	1				18	36		2		52	20	4	4		82				34		71		13	7				125	207		1	1			2		2		6		8	10	36	207	10	35.34	1.02	5.86	0.28
	213-2							0			1									1	1													3		1							4	4														1	4	0	0.62	1.61	6.46	0.00
	213-3							0			1		1							2	2													2		2							4	4								1				1	1	2	4	1	1.08	1.85	3.70	0.93
253	253							0					1							1	1																																					1	0	0	0.21	4.77	0.00	0.00
256	256							0												0	0													8		8		1					17	17														0	17	0	4.32	0.00	3.94	0.00
259	259	4	5	4	2			15	1		1									2	17		18		25	19	4			66		1	2	5		2							10	76								2				2	2	17	76	2	14.06	1.21	5.41	0.14
345	345							0					9		2					11	11													5		67		9	1	3			85	85										2		2	2	11	85	2	13.37	0.82	6.36	0.15
346	346-1		2	3	2			7					10		2					12	19				17	9	6	2		34						25		3					28	62											1	1	1	19	62	1	9.35	2.03	6.63	0.11
	346-2		9	7				16					8				2			10	26				39	13		1	1	54		1	3			29		7		1			41	95														26	95	0	15.65	1.66	6.07	0.00
347	347-1		6	1	1			8					8		2					10	18				15	2	1			18		1	13			57		9	6	1			87	105														18	105	0	18.36	0.98	5.72	0.00
	347-2		9	5	1	1		16					10		1	1				12	28				39	15	2	5	3	64						63		9	3	5			80	144														28	144	0	31.45	0.89	4.58	0.00
348 A	348 A	2	8	3				13												0	13		11		16	13	2			42														42		1				1							1	13	42	1	7.64	1.70	5.50	0.13
348 B	348 B-1		16	6	1	1		24			1		1		2					4	28		13		72	28	1	3		117			2	6		8		6					22	139														28	139	0	20.58	1.36	6.75	0.00
349 A	349 A-1		14	6		2		22		1	1		1							3	25		18		38	15	3	2		76			8	6		5							19	95														25	95	0	17.10	1.46	5.56	0.00
	349 A-2		1					1					3		1					4	5		1		5	2				8			3			7		2					12	20														5	20	0	3.71	1.35	5.39	0.00
	349 A-3							0		1			2							3	3				1					1			12			12		6	2				32	33														3	33	0	8.54	0.35	3.87	0.00
349 B	349 B-1							0					3							3	3												11	6		21		4		1			43	43														3	43	0	9.42	0.32	4.56	0.00
	349 B-2		5		1			6					2							2	8				9	1	5			15		6	5	6		8		2					27	42														8	42	0	9.15	0.87	4.59	0.00
	349 B-3		7	3				10												0	10		1		11	9	1	1		23			9			2							11	34														10	34	0	7.83	1.28	4.34	0.00
350	350-1		56	21	3		4	84												0	84				177	40	11	1	3	232													0	232	2	5				7							7	84	232	7	34.81	2.41	6.66	0.20
	350-2		43	11	4	1		59					7		1			1		9	68				117	23	7	4	1	152			1	17		53		13			1		85	237			1			1							1	68	237	1	37.08	1.83	6.39	0.03
351	351-1		2					2					1			1				2	4				4					4						5		2	8				15	19														4	19	0	3.00	1.34	6.34	0.00
	351-2							0					1							1	1															22							22	22														1	22	0	2.62	0.38	8.39	0.00
	351-3							0					1							1	1															4							4	4														1	4	0	0.66	1.53	6.10	0.00
361	361							0					23		9		2		2	36	36															81		22	4	8		5	120	120										5	1	6	6	36	120	6	26.90	1.34	4.46	0.22
368 A	368 A-1							0		1		2	8	1	4	2	2			20	20				1					1			10		14	74	1	2	9	2			112	113										3		3	3	20	113	3	21.98	0.91	5.14	0.14
	368 A-2							0		1		1	2		2					6	6												8		3	14		4					29	29														6	29	0	5.60	1.07	5.18	0.00
368 B	368 B							0		6		17	2	3	1	3				32	32												54		93	6	13	3	8	2		1	180	180							3		1			4	4	32	180	4	33.91	0.94	5.31	0.12
369 A	369 A							0					8		8	5				21	21													4	6	82	2	8	9	1			112	112										3		3	3	21	112	3	25.33	0.83	4.42	0.12
369 B	369 B							0		3		15								18	18						2				2			18		65		6	2	2	1			94	96							1		1			2	2	18	96	2	28.44	0.63	3.38	0.07
370	370		5	8	1			14												0	14				3	5	2	1		11						1			1	1			3	14		7	12	1	3	23	4			6		10	33	14	14	33	10.52	1.33	1.33	3.14
Total general		7	368	153	47	23	6	604	1	13	8	35	215	4	61	22	8	1	2	370	974	4	74	1	1,343	418	139	85	17	2,081	1	11	183	129	181	1,272	22	223	100	39	5	6	2,172	4,253	2	19	21	3	4	49	8	5	2	31	4	50	99	974	4,253	99	773.45	1.26	5.50	0.13

出典: SEDAPAL および JICA 調査団