

附錄一
南部系統
2004 年 12 月 - 保留審計



準備：
Companhia Vale do Rio Doce
2005 年 5 月 13 日
9416.00

目錄	頁
1.0 簡介	
1.1 項目描述	A - 1.1
1.2. 工作範圍	A - 1.4
1.3 工作計劃	A - 1.6
1.4. 工作人員	A - 1.6
2.0 地質	A-2.1
2.1 區域地質	A - 2.1
2.2 礦化	A - 2.1
2.3. 勘探	A - 2.3
2.3.1 鑽探	A - 2.3
2.3.2 採樣	A - 2.5
2.3.3 岩芯記錄	A - 2.9
2.4 樣品分析	A - 2.9
2.5 樣品質量控制/質量保證程序	A - 2.12
2.6 密度測定	A - 2.12
2.7 調整	A- 2.14
3.0 資源建模和地質統計學	A- 3,1
3.1 建模方法	A - 3.1
3.2 數據組織	A - 3.1
3.3 岩石代碼	A - 3.1
3.4 數據一致性檢查	A - 3.5
3.5 基礎研究	A - 3.5
3.6 合成	A - 3.5
3.7 密度測量	A -3.9
3.8 地質建模	A - 3.9
3.9 變分法	A - 3.10
3.10 品位累積	A - 3.14
3.11 品位評估及克里格計劃	A - 3.14
3.12 資源模型驗證	A - 3.14
目錄（續）	頁
3.13 資源分類	A - 3.16
3.14 資源聲明	A - 3.18
4.0 礦業回顧	A- 4.1
4.1 一般討論	A - 4.1
4.2 礦山規劃	A - 4.2
	4.2
4.3 礦坑、廢料場和尾礦岩土工程	A - 4.8
.	4.8
5.0 南部系統礦石加工	A- 5.1
5.1 流程概述	A - 5.1
Pincock, Allen & Holt	
9416.00 2005 年 5 月 13 日	1

5.2	礦石類別	A - 5.3
5.3.	加工注意事項	A - 5.4
1		
5.3.1	壓碎	A - 5.7
5.3.2	Concicão 加工廠	A - 5.8
5.4	經營成本	A - 5.10
6.0	基礎設施	A - 6.1
6.1	運輸	A - 6.1
6.2	員工住房和服務	A - 6.1
6.3	通訊	A - 6.1
6.4	供水和污水處理	A - 6.1
6.5	電力	A - 6.2
6.6	燃料	A - 6.2
6.7	礦址基礎設施	A - 6.2
7.0	環保、健康與安全	A - 7.1
7.1	法律和許可	A - 7.1
7.1.1	監管架構	A - 7.1
7.1.2	採礦的合法權利	A - 7.3
7.2	環保管理	A - 7.4
7.2.1	政策和架構	A - 7.4
7.2.2	環保境管理方案	A - 7.5
7.3	關閉和復墾規劃	A - 7.6
7.4	健康和安全	A - 7.7
7.5	概述	A - 7.8

目錄（續）	頁
8.0 採礦綜合專案討論	A - 8.1
8.1 Itabira 綜合項目	A - 8.1
8.1.1 地質	A - 8.1
8.1.2 地質統計和資源建模	A - 8.3
8.1.3 採礦業務	A - 8.5
8.1.4 加工	A - 8.12
8.2 Minas Centrais 綜合項目	A - 8.14
8.2.1 地質	A - 8.14
8.2.2 地質統計和儲備建模	A - 8.18
8.2.3 採礦業務	A - 8.25
8.2.4 加工	A - 8.35
8.3 Mariana 綜合項目	A - 8.43
8.3.1 地質	A - 8.43
8.3.2 地質統計	A - 8.48
8.3.3 採礦業務	A - 8.53
8.3.4 加工處理	A - 8.62
8.4 Minas do Oeste 綜合項目	
8.4.1 地質	A - 8.69
8.4.2 地質統計	A - 8.71
8.4.3 採礦業務	A - 8.78
8.4.4 加工處理	A - 8.84
9.0 經濟可行性	A - 9.1
圖表	
1-1 財產所有權	A - 1.3
2-1 鑽探計劃	A - 2.6
2-2 雙鑽孔計劃 - Fábrica Nova	A - 2.7
2-3 最常用的岩芯記錄代碼	A - 2.10
2.4 實驗室設施	A - 2.11
2-5 密度測量	A - 2.15
2-6 2004 年對賬	A - 2.16

目錄（續）	頁
3-1 淡水河谷公司的地質建模及資源評估方針	A - 3.2
3-2 淡水河谷公司目前在不同地區使用的開礦軟件	A - 3.3
3-3 南部體系礦床建模所用的岩石代碼	A - 3.4
3-4 建議建模代碼	A - 3.4
3-5 Fábrica Nova 礦場易碎赤鐵礦系統模型綜合統計數字	A - 3.6
4-1 已開採物料（百萬噸）	A - 4.5
4-2 外部成本和價格（美元）	A - 4.7
4.3. 儲量概覽	A - 4.9
5-1 生產設施	A - 5.1
5-2 Conceição 工廠2004產量（按產品分）	A - 5.4
5.3 加工成本 美元/噸產品	A - 5.10
5-4 加工處理成本 - Itabira 綜合項目	A - 5.11
5-5 Itabira 綜合項目經營成本	A - 5.12
已開採物料概要- Itabira 綜合項目	
8-1	A - 8.7
8-2 主要設備成本	A - 8.11
8-3 Minas Centrais 採礦原料	A - 8.26
8-4 Mariana 綜合項目採礦原料	A - 8.57
8-5 Minas do Oeste 綜合項目採礦原料	A - 8.79
2004年按綜合項目分類的經營成本	
9-1	A - 9.2
9-2 2004年估計收入（假設取得所有外部銷售額）	A - 9.4

數字

1-1 一般位置圖	A - 1.2
地層柱	
2-1	A - 2.2
2-2 Quadrilátero Ferrífero	A - 2.4
2.3. 礦石類型照片	A - 2.13
2.4 國際 Interlabs 計劃	A - 2.15
2-5 2004 年調整圖	A - 2.17
Fabrica Nova 礦場易碎赤鐵礦的全球鐵礦直方圖(FeGL)綜合統計數字	A - 3.7
3-1	
3-2 Fabrica Nova 礦場 FeGL 綜合統計數字直方圖與岩性單位的比較	A - 3.8
3-3 Fábrica Nova 礦不同岩性領域的甲、硬性接觸及乙、軟性接觸的例子	A - 3.11
3-4 FeG1 的井下相關圖（8 毫米 Fe ） - Conceição 礦鑽孔 - 累積的複合材料	A - 3.12

目錄 (續)	頁
3-5 FeG1的相關圖 (8 毫米Fe) - Conceição礦鑽孔 - 累積的複合材料	A - 3.13
3-6 Brucutu 沉積層中以平面圖及部份呈示的搜索橢球的定向	A - 3.15
4-1 礦石生產概要	A - 4.2
4-2 材料移動總覽	A - 4.4
Concieção 破碎電路的簡化工作流程	
5-1	A - 5.5
5-2 Concieção 加工處理廠簡化工作流程	A - 5.6
Itabira 礦區的區域地質地圖	
8-1	A - 8.2
8-2 Concieção 礦藏的典型地質區段	A - 8.4
8-3 Itabira 礦區的總體規劃	A - 8.6
8-4 Caué 礦區的生產	A - 8.8
8-5 Concieção 礦區生產	A - 8.9
8-6 簡化工作流程	A - 8.13
8-7 Minas Centrais 礦區的總佈置	A - 8.15
8-8 GANDARELA向斜地質圖及BRUCUTU儲量典型分段	A - 8.17
8-9 MAQUINE礦床 - FeG1與FeG2的散佈曲線	A - 8.19
8-10 MAGUINE礦床的典型分段	A - 8.20
8-11 MAQUINE礦床 - FeG1與FeG2的散佈曲線	A - 8.24
8 - Aqua Limpa 礦的生產	A - 8.27
12	
8-13 Brucutu 礦的生產	A - 8.28
8-14 Gongo Soco 礦的生產	A - 8.29
8-15 Aqua Limpa 礦的總體規劃	A - 8.30
8-16 Burucutu 操作的總體規劃	A - 8.32
8-17 Gongo Soco 礦的總體規劃	A - 8.34
8-18 最終礦坑設計和一般現場安排	A - 8.36
8-19 Aqua Limpa 的工作流程	A - 8.38
8-20 Burucutu 程序的工作流程	A - 8.39
8 -21 Gongo Soco 廠 ITM I 程序的工作流程	A - 8.40
8-22 Gongo Soco 廠 ITM II 的程序工作流程	A - 8.41
8-23 Gongo Soco 廠 ITM III 的程序工作流程	A - 8.42
8-24 Mariana 礦區的地質條件	A - 8.44
8-25 Alegria 礦藏的簡化地質圖	A - 8.45
8-26 Fábrica Nova 礦的地質圖	A - 8.47
8-27 Fábrica Nova 礦藏 FeG1 相對於 FeG2 的散點圖	A - 8.51
8-28 Timbopeba 礦的生產	A - 8.54
8-29 Fezendao 礦的生產	A - 8.55
8-30 Alegria 礦的生產	A - 8.56
8-31 Alegria 礦 - 總體規劃與最終礦坑設計	A - 8.58
8-32 Fezendao 礦 - 總體規劃與最終礦坑設計	A - 8.60

8-33	Timbopeba 礦 - 總體規劃與最終礦坑設計	A - 8.61
8-34	Fábrica Nova – 總體規劃與最終礦坑	A - 8.63
8-35	Alegria 廠 IB I 程序的工作流程	A - 8.64

目錄（續）	頁
-------	---

8-36	Alegria 廠 IB II的確確程序的工作流程	A - 8.65
8 -37	Alegria 廠 IB III 程序的工作流程	A - 8.66
8-38	Timbopeba 加工處理廠的工作流程	A - 8.68
8-39	Córrego do Feijão 礦地質圖	A - 8.70
8-40	Córrego do Feijão 礦地質圖的衛星影像	A - 8.72
8-41	鑽孔位置地圖 Segredo 礦藏的鑽孔位置圖	A - 8.73
8-42	Segredo 礦顯示 FeG1 和 FeG2 之間強烈的相關性片段的散點圖	A - 8.77
8-43	Córrego do Faijão 礦的生產	A - 8.80
8-44	Fabrica 礦的生產	A - 8.81
8-45	Córrego do Faijão – 總體規劃和最終礦坑	A - 8.83
8-46	Fabrica - 總體規劃與最終礦坑	A - 8.85
8-47	Fabrica 廠程序的工作流程	A - 8.86
8-48	Feijão 廠程序的工作流程	A - 8.87

1.0 簡介

提交本報告所採取的方法是在第 2 至第 7 條中討論所有產業的共同屬性，在第 8 節提出了每一個礦區的獨特方面。

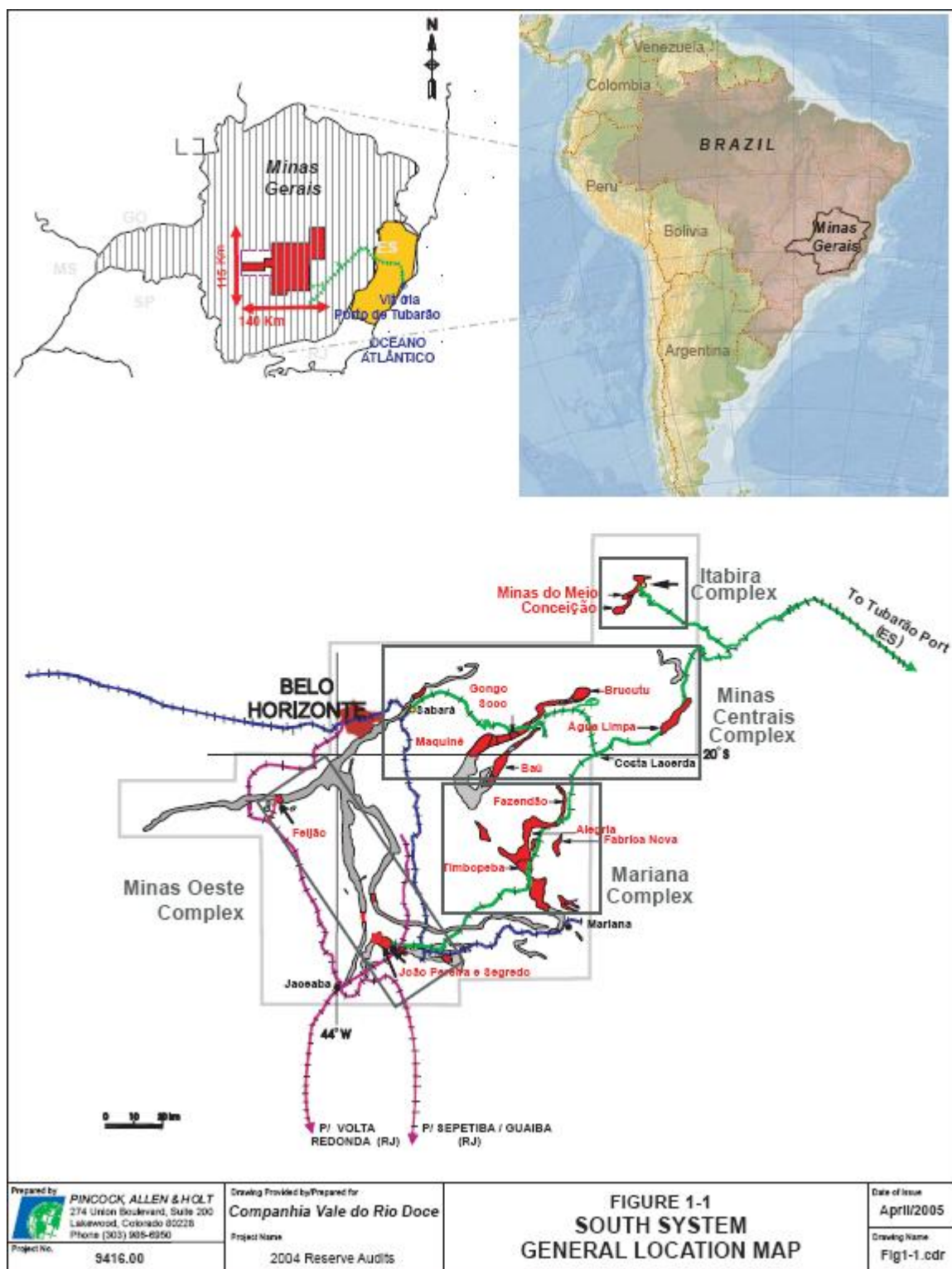
1.1 項目描述

淡水河谷公司的南部系統礦山開採業務包括四個礦區；Itabira，Mariana，Minas Centrais 和 Minas do Oeste。這四個礦區共有 12 個在開採中的露天礦和 13 個加工處理廠。目前南部系統的操作約佔了淡水河谷總鐵礦石生產的 46%。圖表 1-1 提供了在四個礦區各種採礦作業的一個大致位置地圖。淡水河谷公司在其中兩個採礦作業已有合資夥伴（其中一個在 2004 年已停止生產）和銷售一般礦石從一個礦到另一家礦業公司。

南部系統礦山位於在 Minas Gerais 州的中南部的鐵四角（Quadrilátero Ferrífero）。該地區的特點是中等地勢陡峭，沿波峰的山脈，總地形起伏從約從 600 米到 1500 米。該地區原本被熱帶森林覆蓋，基本上樹木在過去已被砍伐，大量的桉樹被種植。巴西有側重於自然物種恢復的焦點，淡水河谷公司已將此焦點納入礦區復墾工程中，只使用本地的物種做永久的種植。每年平均氣溫約為攝氏 18 度，在六月的最低氣溫為攝氏 8 度，在一月至二月的最高氣溫為攝氏 24 度。每年降雨量約為 1500 毫米，主要發生在十月至三月的雨季，六月至八月相對而言比較乾燥。每年蒸發量大約為 1000 毫米。

圖表 1-1 提供了一個簡要的按礦廠列出的礦山和加工處理廠，以及在 2005 年報告的資源和儲量，2004 年的實際生產量和 2005 年的預算生產量。圖表 1-1 還指出了在 1.3 節中討論的 1 級和 2 級審計資產。

在第 8.0 節（礦區說明）中對各礦山和加工處理廠的操作提供了更詳細的說明。總之，淡水河谷公司南部系統在 2004 年開採了大約 138 萬公噸的一般礦石，平均含鐵量為 57%。礦石主要是赤鐵礦，鐵牌號大約為 60% 至 69% 或鐵英岩礦石（赤鐵礦附加石英顆粒 itabirites），其中含鐵量大約為已處理材料的 40% 至 50%。採礦是使用露天開採的方法，用卡車運輸和使用裝載機或鏟子挖掘和裝載。使用卡車的大小隨礦區的生產而異。每年移動少於 25 萬公噸的礦區（廢料加礦石），通常使用 35 噸的卡車輪式裝載機，每年移動超過 25 萬公噸的礦區



圖表 1-1

淡水河谷公司

南部系統

財產所有權

	物業名稱	初始生產	預計窮竭	淡水河谷 公司擁有 日期	淡水河谷 公司權益 %	共同擁 有人	審計等 級
Itabira 礦區	Caué	1942	2005	1942	100		1
	ConeiÇão	1957	2022	1942	100		1
	Minas do Meio	1972	2022	1942	100		1
Mariana 礦區	Alegria	1965	2024	2000	100		1
	Fazendão	1976	2025	1976	100		1
	Timbopeba	1984	2009	1984	100		1
	Fábrica Nova	1997	2030	2000	100		2
Minas Centrais 礦區	Córrego do Meio Aqua	1917	2005	2000	100		1
	Limpa	1962	2014	2000	50	寶鋼	1
	Baú	1975	1984	?	100		1
	Brucutú	1985	2027	1990	100		1
	Gongo Soco	1989	2017	1999	100		1
	Maquiné	2007	2025	2003	100		2
Minas Oeste 礦區	João Pereira	1956	2025	2003	100		2
	Segredo	1984	2025	2003	100		2
	Feijão	1984	2008	2003	100		1

將使用非公路礦用卡車，容量從 150 至 240 噸不等。裝載是結合鏟子和輪式裝載機進行的。採礦所需的爆破在各作業之間不同，由於大部分產生礦石的易碎性質，通常佔總移動物質的 30%。礦山廢料通常被拖到在礦坑外的廢物處理地區。

地表水的控制問題是通過在礦區的蓄滯洪區和池塘的建設，同時也低於廢物處理地區以遏制水量的徑流，在排放之前，讓泥沙沉積。礦石是通過 18 個個別處理電路之一加以處理。在每一個礦的具體處理技術由礦體的礦物學決定，在第 8.0 節中進行了討論。

南部系統產生三種一般類型的產品，包括：

- 自然球團礦石（NPO），這是一個緊密大小的材料，作為鼓風爐的燃料或直接還原煉鐵（DRI）的燃料。
- 燒結礦細粒（SF），這也是一個緊密大小的材料（比 NPO 更細），它的產生是經由壓碎，篩選和分類，並混合燒結礦，放進高溫爐以生產生鐵。

球團細粒（PF），這是激烈處理的結果，造成了精細的產品，並最終轉變為顆粒，在高溫爐中或 DRI 將縮減至生鐵。

鐵礦石產品是經由鐵路運到三個港口中的一個。Tubarão 港口由 Ferro CVRD 鐵路通過，Volta Redonda 和 Sepetiba/Guaiba 港口由 Ferro MRS 鐵路通過。Itabira 礦區，Minas Centrais 礦區與 Mariana 礦區的產品運到 Tubarão 港口，而 Minas do Oeste 礦區的產品可運到三個港口中的任何一個。Ferro CVRD 為巴西淡水河谷公司全資擁有，該公司是 Ferro MRS 的合作夥伴。鐵路運輸的成本由一個在南部系統以外的運營部門承擔，每年建立一個航運費率並向南部系統扣回。

重要的是要注意，自 1999 年以來，巴西淡水河谷公司已收購了 8 個在開採中的礦山和一個開發中的產業。如在第 8.0 節中的討論，某些已收購產業的一體化仍在進行中，但 PAH 的意見認為業務整合的關鍵方面已經得到解決，新的採礦和加工處理作業已被集成到南部系統中。

1.2 工作範圍

與以往的審計一樣，兩個層次的地質審查，地質統計學和資源模型已經完成。第一級審查對原本已被審核過的九個礦進行，而結果是沒有改變或只在資源模型做非常小的修改。這些產業需要一個低層次的工作，已檢查步驟並作出結論，認為資源和儲量符合美國證券交易委員會的要求。

在這種情況下，PAH 展開了以下層次的努力：

- 審查 2004 年已證實及可能的儲量，同時比較巴西淡水河谷公司在 2003 年 12 月 31 日和 2004 年 12 月 31 日的儲備報表，同時
- 審查任何在 2004 年完成的，可能對未來的資源和儲備有重大影響的額外勘探，冶金研究或礦坑設計。

第二層次的審查使用新的資源模式，新的設計和新的礦藏儲量估計變更或其他重大項目對三大礦進行。這些項目需要一個顯著水平的工作，以確定估計新的儲量所采取的所有步驟都按美國證券交易委員會的要求進行。對第二級儲藏量，PAH 完成了一個詳細的對地質，資源模型，及估計儲量依據的審查。

在這過程中，冶金和加工處理廠的操作，開礦操作和成本及環境管理在以前的審查中還沒有被完全解決，所有操作都從這些角度進行了審查。此評估的主要重點是要證實

沒有重大問題對開採在此陳述的可開採儲量的生產減少價值。

在實地考察期間，淡水河谷公司對 PAH 提出口頭和書面報告，為我們提供了數據，地質模型，礦物加工，礦坑設計的足夠細節，以確認報告的資源和儲量按照採礦業普遍公認的原則和做法估計。

PAH 檢討輸入到儲量估計的數據，確認已採取適當步驟對資源妥善的分類為儲備。這包括有關在技術上，經濟上和法律上提取儲備能力的資訊。我們的小組包括一位地質學家，對地質和地質模型進行審查，一位地質統計學家，對估算資源的分析方法進行審查，一位採礦工程師，對開採方法和費用，及支持可開採儲備定義的礦山規劃進行評估，一位冶金學家，對加工操作和成本進行審查，一位岩土/環境工程師，對環境管理和一個令人滿意的復墾和康復方案的存在進行審查。

以下是一些包含在此審查的各方面：

■ 審計地質與資源模型

- 審查目前勘探方法，抽樣和化驗程序的狀態，同時與巴西淡水河谷公司熟悉這些項目的地質學家對地質的解釋。
- 用於估計礦區資源的統計和地質統計參數。
- 審查過去對預測模型資源生產的調整。這涉及到基於在開採過程中溝槽和鑽孔採樣的長期資源模型的調整。

■ 可開採儲量審計

- 審查直接經營成本，成本收回及其他經濟數據以確定在最終礦坑的可開採儲量。
- 審查現有的開礦進度，計劃的進展，以及最終礦坑的配置。
- 比較預測的直接經營成本和目前在礦區報告的費用。
- 對每個採礦作業進行冶金測試工作和加工處理設施的審查。

- 審查礦山的岩土工程包括對礦坑的斜坡，礦山廢棄物處理區，尾礦庫壩蓄水，泥沙或其他蓄水結構的設計和監測方法。
- 審查表面和礦業產權，開礦許可證，關閉計劃和環境管理的情況。

審計工作的重點是專注於採礦作業，並不包括對鐵路系統和港口設施的審查。鐵路是以獨立運作的方式操作和計算成本，運輸成本以移動每噸材料的基礎上被分配到南部系統。港口設施內的成本結構包含在南部系統的體系之內，並且包括最終產品的，混合系統，以及材料處理和運輸裝車設施。

1.3 工作計劃

在 2005 年 3 月 7 日至 3 月 31 日的期間內，PAH 的整個項目小組進行實地考察以審查資料和檢查設施。項目審查的開始是與 Belo Horizonte 的會議，對淡水河谷公司的整體操作和每一個具體的礦業單位提供了總覽。項目小組隨後遷往作為南部系統技術中心 Itabira 礦區。在開始參觀礦山之前，PAH 的項目小組得到地點的安全性和工作場所安全的簡報，同時也得到工作人員的保護設備。然後向這四個礦區進行實地考察，包括淡水河谷公司南部系統的礦山，參觀了所有開採中的礦山和加工處理廠設施，以及包括在儲備基地的一個綠色田地開發項目，和閒置礦區。

在實地考察中，我們得到了對礦區內的每一個具體採礦作業背景資料和數據的專題介紹。進行了實地考察，同時項目小組分為具體的地質和地質統計，冶金和加工審查重點領域。

在考察南部系統的四個礦區後，在淡水河谷公司南部系統技術服務中心的 Itabira 礦區與地質，長期礦山規劃，冶金，環保和岩土工程工作人員召開了更多的會議。

淡水河谷公司的工作人員以專業和及時的方式提供了所有我們要求的資訊，PAH 認為工作的範圍已經完成，同時收到的數據提供了足夠的範圍使本次審計能夠按照美國證券交易委員會指南 7，“由從事或將要從事重大採礦作業的發行人所做的財產說明”以及公認的行業標準進行。

1.4 工作人員

資深，在多學科有專長的項目小組是由熟悉大型，高噸位露天開礦業務和鐵礦加工設施的專業人員組成。小組成員包括

Darrel Buffington, P.E.，首席岩土工程師和程序和環保服務的經理，為項目經理；Landy Stinnett, P.E.，首席採礦工程師；Leonel Lopez, C.P.G.，首席地質專家；Bipin Bhatt，首席地質統計專家；和 Barry Hanse，首席冶金工程師。

在巴西淡水河谷公司提供大部分信息供PAH審查的人士包括以下：

地質： Marcelo Lopes Vidigal Guimarães
 Jordão Isaac Ramos
 Gesner José Ilário DosSantos
 Maria Verônica Pessoa

開礦： Maurilio Betelho
 Jaoquim Toledo
 Helder Carmo Dos Reis
 Builherme Afonso Coutinho
 Martin Raml
 Rubens José de Mendonça
 Charles Adriano Faria

分析： Claudio Fabián Rosas

岩土： Luciano Lopes Pohl

環境： Paulo Eduardo Alves Therezo

2.0 地質

淡水河谷公司的南部系統包括位於中南部 Minas Gerais 州的 Quadrilátero Ferrífero（鐵四角）的鐵礦。這些礦藏的來源是前寒武紀時代超級集團米納斯的元沉積形成鐵。

在 2004 年，南部系統礦山生產了 1.35 億公噸的赤鐵礦礦石和鐵英石礦石，比 2003 年的產量增長了 29% 和超過預算 6 %。新項目的開發是巴西淡水河谷公司的一個高度優先，到 2008 年，生產計劃增加約 50%。

圖表 1-1（第 1.0 節）顯示個別礦山的位置和操作中心。

2.1 區域地質

Quadrilátero Ferrífero（QF）鐵礦的礦藏包括在 Itabira 集團的鐵層（Cauê 形成），連同

Caraça 及 Paracicaba 群體構成了巴西盾在古元時代的米納斯超群體。

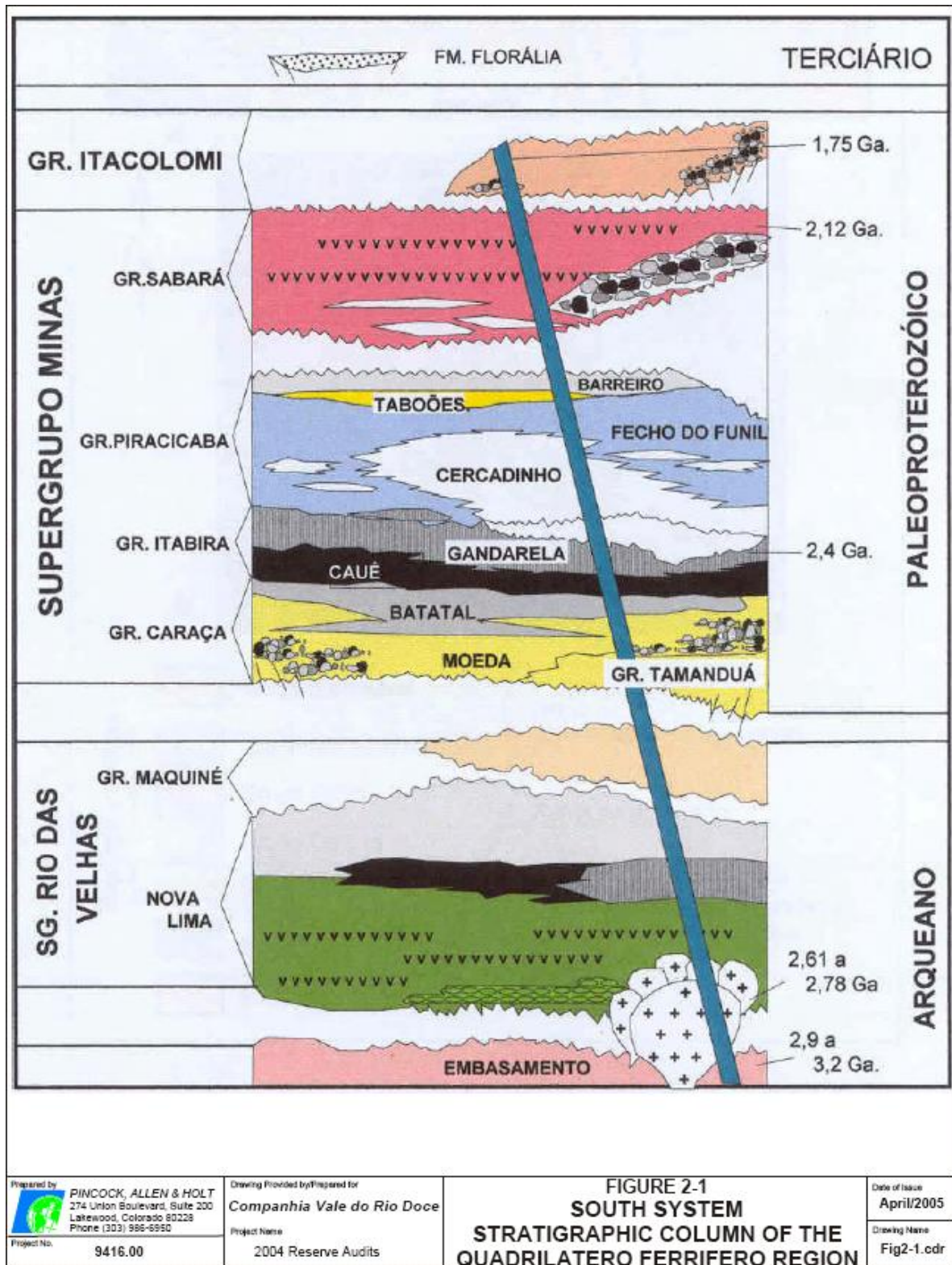
米納斯超群體覆蓋太古宙 Greenstones 裏 Rio das Velhas 超群體，它包含了一序列的元太古代火山沉積岩，強調變質岩的 Itacolomi 集團。基性岩脈侵入地層列。

米納斯超群體一直受到悠久歷史的地質事件，包括向上，傾覆，入侵和壓縮和變形的影響，對沉積，遷移和改建程序創造了適當的結構條件，以集中在形成鐵礦層的礦化過程。圖 2-1 顯示了當地地層柱。

2.2 礦化

Quadrilátero Ferrífero 礦藏的經濟礦化包括以下礦石類型：

赤鐵礦。這種礦物代表了鐵礦藏內的高品位礦石類型，它的鐵含量為 65 至 67%。它發生的大規模或尖銳的接觸面理化機構可遵循的巨大深度。赤鐵礦是按它的物理和化學特性分類成**緻密型**（鐵，65 至 67%），**易碎型**（粉狀或與鐵鬆散，6 至 65 %），**泥型**（與鐵易碎，60 至 64% 並含義豐富的泥漿），或 **Manganesífera**（高錳含量）。它的來源和與熱液或交代過程有關。



數字 2-2 顯示了 Quadrilátero Ferrífero 的區域地質。

鐵英岩。這礦物代表了Quadrilátero Ferrífero 礦藏的大部份礦產資源儲量。據淡水河谷公司，它最初是由石英浸出和殘餘的鐵氧化物濃縮而後變質風化。這個過程可能一直由地表生水流為引導，其強度取決於相對近地表岩石的位置和鄰近結構或地層特徵。它的鐵含量平均為 45%，有時可能高達 60%。鐵英岩礦石是根據物理和化學的成份分類為**緻密型，易碎型，泥型或 Manganésifera**。

鐵角礫岩。這種類型的礦石由一個鬆散的材料組成，在鐵形成時代已經經過距骨最初的風化過程。它的鐵含量可達到 57 至 59% 和一般水平的磷和氧化鋁含量。

Rolados。這種類型的礦石的產生為 **Rolado Rico** 或 **Rolado Argiloso**。它是一種碎屑沉積含有鐵質或紅土矩陣塊碎片和赤鐵礦，鐵英岩，石英和其他已存在的岩石，它的平均鐵含量為 56%。目前 rolados 的礦藏顯示了較高含量的磷和氧化鋁，特別是在較小的比例（不足 10 毫米）。在 Córrego do Feijão 已經找到一個 rolados 的礦藏。

2.3 勘探

淡水河谷公司的地質調查是由長期和短期規劃部門進行的。長期計劃進行研究，以查明，探索和開發新的礦產項目，包括採樣，鑽探和模擬，以確定資源，並與採礦，冶金和其他長期規劃部協調對決定礦藏確定新的項目，設計和礦山規劃。長期地質部門已確定了鐵形成區域的曝露。

短期地質部進行日常的活動，在經營礦區方面對採礦和冶金部門提供支持。這些活動包括了礦坑台測量，繪圖，通道採樣，淺鑽，以及對儲備的確認和礦井調度的建模，礦坑優化和礦石調整。

PAH 在現場觀測地質數據，在礦山的概述或在礦坑台或特殊場所近距離觀察，建議一般的地質圖顯示詳細的和精確的地質特徵的代表性。

2.3.1 鑽探

淡水河谷公司的資源估計基於金剛石鑽探為主要的信息來源。在 QF 的地質模型已經由巴西淡水河谷公司或最近收購礦山的以前業主進行的核心鑽探所產生的數據加以定義，其中包括在 8768 經註冊的洞孔的 96.4 萬米的金剛石鑽探。

另外的 1,242 鑽洞，總數為 149,607 米已經完成，並正在被納入地質模型中以升級和提高經營礦區的更多資源。淡水河谷公司計劃在 2005 年的鑽井計劃包括在 568 個核心鑽孔的 87,461 米。見圖表 2-1。

淡水河谷公司南方系統對資源估算的政策是基於 100 米 x 100 米勘探網度鑽井中心的模式，擁有近間距為 50 米 x 50 米的加密鑽探，因為地質特點要求額外的細節。鑽探的深度更依賴於開採方案，並且鑽孔經常在到達地下室之間和礦物質含量前終止。淡水河谷公司正在修正這些方案，以便更好地劃定最終礦坑和對進行更合理的提取鐵資源加強信任度和得到鐵礦資源的數量。

淡水河谷公司在鑽探計劃使用技術性獨立承包商的服務審查岩芯獲取率，淡水河谷公司估計在 90% 以上。PAH 觀察了眾多在不同的礦區的岩芯箱，並能夠證實高的岩芯獲取率。

淡水河谷公司的鑽探結果是由雙重鑽探計劃加以確認。這一方案已經在 Fábrica Nova 礦經過測試，同時根據長期地質協調員 Marcelo Lopes Vidigal 先生，該方案將在不久的將來在其他南部系統操作實施。在通常情況下，這計劃的隨機選擇重複了 2 至 3% 的鑽孔。

圖表 2-2 顯示了在 Fábrica Nova 礦 FS119 和 SS119A 雙洞的數據和結果圖形。

2.3.2 採樣

淡水河谷公司鑽芯採樣為 10 米的長度，但它受岩性和核心恢復界線的控制，而可能會導致可變的樣本長度。

PAH 參觀了在每個站點的所有核心儲存設施，觀察了適用於處理和儲存樣本和岩芯的適當程序和標準，並得出結論認為：

- 鑽孔採樣，包括一半的核心要提交分析。
- 岩芯箱和深度指標都清楚標明。
- 其核心存儲在適當的場所，在大多數情況下包括充分的容量，而在其他礦山或項目，新的設施已被計劃興建或擴建。

圖表 2-1
巴西淡水河谷公司
南部系統的
鑽探計劃

開採礦區	Mina	包括鑽孔地質模型				鑽孔地質模型中不包括			
		初步鑽探米	鑽孔號	鑽井跟進米	鑽孔號	完成鑽井米	鑽孔號	2005程序米	鑽孔號
Mariana Centrais Itabira West	ALEGRIA (經審核2003年3月)	669030	7650	451430	6200	217610	1450	386021565	31109
	ANDRADE	50592	370	25265	216	25327	154	5180	23
	FÁBRICA NOVA (經審核3月/2001)	2488944016	229280	2249439097	210243	23964918	1937	4966	30
	FAZENDAO (經審核3月/2004)	3785234699	327250	2504814992	270132	1280319707	57118	6805	31
	TIMBOPEBA (經審核3月/2002)	270781542210406	459159134	13341145919263	291156116	137378301143	168318	90053860	4331
	BRUCUTU (經審核3月/2004)	6727178878	275495	6416169784	260424	31109094	1571	20,340	226
	GONGO SOCO (經審核的3月/2003)	244352964744846	209439614	18021840337724	180123522	6414212447122	2931692	4,2507630	836
	ÁGUA LIMPA (經審核3月/2003)								
	MAQUINÉ (經審核)								
共計		556934	5005	407327	3763	149607	1242	87461	568

圖表 2-2

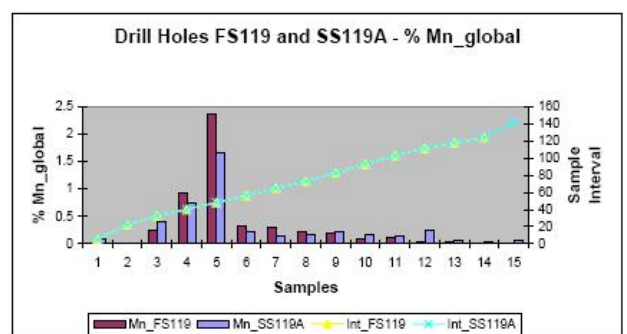
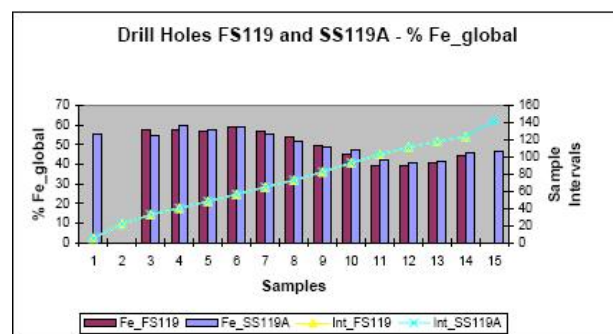
巴西淡水河谷公司

南部系統

雙鑽孔計劃 - Fabrica Nova

鑽孔	樣本號碼	來自 米	至 米	礦石 代碼 全面	岩石 代碼 全面	%鐵 全面	%二氧 化矽全 面	%磷全 面	%Al ₂ O ₃ 全面	%Mn 全面	%LOI 全面	FractionG1 全面
FS119	SIFN1601	0	5.1	LT	LT	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
FS119	SIFN1602	5.1	22.05	X	XI	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
FS119	SIFN1603	22.05	32.55	IF	IGO	57.555	3.112	0.072	5.796	0.256	7.84	20.544
FS119	SIFN1604	32.55	40.25	IF	IGO	57.705	7.358	0.045	3.795	0.928	4.576	1.8
FS119	SIFN1605	40.25	48.3	IF	IGO	56.89	4.47	0.121	3.49	2.359	6.62	3.62
FS119	SIFN1606	48.3	56.3	IF	IFR	59.055	8.856	0.092	1.847	0.316	3.836	3.631
FS119	SIFN1607	56.3	65	IF	IFR	57.02	12.719	0.098	0.861	0.312	4.169	3.865
FS119	SIFN1608	65	72.65	IF	IFR	53.59	18.349	0.08	0.904	0.227	3.389	6.031
FS119	SIFN1609	72.65	82.6	IF	IGO	49.766	22.633	0.105	0.892	0.188	4.786	10.105
FS119	SIFN1610	82.6	93.15	IF	IF	45.336	29.648	0.093	0.388	0.093	4.936	7.91
FS119	SIFN1611	93.15	102.9	IF	IGO	39.34	35.478	0.116	0.913	0.115	6.976	17.788
FS119	SIFN1612	102.9	111.25	IF	IGO	39.27	37.556	0.087	0.665	0.045	5.479	18.344
FS119	SIFN1613	111.25	117.9	IF	IF	40.483	37.063	0.091	0.525	0.044	4.02	7.483
FS119	SIFN1614	117.9	123.85	IF	IF	44.577	32.082	0.059	0.715	0.017	3.193	10.4
SS119A	SIFN2556	0	5.1	CG	CG	55.025	4.047	0.108	6.729	0.101	9.314	11.008
SS119A	SIFN2557	5.1	22.05	XI	XI	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
SS119A	SIFN2558	22.05	32.55	IF	IGO	54.85	2.231	0.056	8.618	0.411	9.263	37.295
SS119A	SIFN2559	32.55	40.25	IF	IFR	59.964	6.021	0.046	2.576	0.754	4.147	6.324
SS119A	SIFN2560	40.25	48.3	IF	IGO	57.868	5.746	0.13	3.104	1.665	5.014	6.927
SS119A	SIFN2561	48.3	56.3	IF	IGO	58.99	9.069	0.11	1.297	0.235	4.097	10.681
SS119A	SIFN2562	56.3	65	IF	IFR	55.52	15.861	0.082	0.912	0.15	3.465	4.257
SS119A	SIFN2563	65	72.65	IF	IFR	52.068	20.701	0.081	0.957	0.156	3.401	6.494
SS119A	SIFN2564	72.65	82.6	IF	IGO	48.985	24.626	0.105	0.481	0.234	4.132	11.123
SS119A	SIFN2565	82.6	93.15	IF	IGO	47.247	24.676	0.167	0.54	0.163	6.462	17.355
SS119A	SIFN2566	93.15	102.9	IF	IGO	42.434	31.007	0.128	0.344	0.145	7.583	24.136
SS119A	SIFN2567	102.9	111.25	IF	IGO	40.479	35.287	0.119	1.223	0.24	5.163	7.883
SS119A	SIFN2568	111.25	117.9	IS	IGO	41.425	35.163	0.104	0.521	0.069	4.577	26.924
SS119A	SIFN2569	117.9	123.85	IF	IF	46.174	29.23	0.089	0.645	0.033	3.81	11.142
SS119A	SIFN2570	123.85	141.65	IS	IGO	46.267	27.326	0.109	0.946	0.071	5.083	8.432

(*) LOI - 燒失量



淡水河谷公司一直在存儲歷史鑽探的岩芯。在一些礦區的岩芯存儲容量大約如下：

- Itabira 礦 20 萬米。
- Alegria 礦 7 萬米。
- Timbopeba 礦約 3 萬米。
- Gongo Soco 礦 8 千米。
- Agua Limpa 礦 3.1 萬米。
- Brucutu 核心廠房計劃建設。
- Córrego do Feijão 2.2 萬米。
- Segredo 礦核心廠房計劃建設，目前存儲量約 3 萬米。

■ 岩芯存儲設施是適當的和有秩序的維持。

通道採樣的設計也將完成 10 米的間隔，但它也導致取決於礦坑台或樣本區延伸的可變長度。樣品被收集在一到三個袋中，送到實驗室。PAH 觀察到抽樣是正確的，按照既定的準則和程序執行。

■ 採樣小組在礦坑板採樣時遵守安全標準。

■ 採樣小組使用適當的工具和包裝盒以控制樣品。

■ 在打開礦坑板前，採樣小組在斜坡清除要進行採樣的地區。

■ 在礦坑板採樣時，一個反鏟打開一個深度為 60 至 100 厘米，寬度約 60 厘米的通樣品是從礦坑板底部的溝槽取得，或在中間一段或靠近牆壁。

■ 每次收集重約 25 公斤的樣品。

在一些巴西淡水河谷公司的採礦區，偶爾會進行現場重複取得樣品，但是，該方案正在全面實施中，以成為品質控制的一般程序。

2.3.3 岩芯記錄

在 QF 礦和項目的岩芯記錄是由技術承包商（Geoexplore Consultoria é Serviços Ltda.）與遵守由淡水河谷公司建立的訓練計劃和地質代碼的地質學家執行。描述和編纂由淡水河谷的“Diretoria de Ferrosos - Sistema Sul”以印刷的方式提出，除了基本的鑽孔資訊，例如鑽孔編號，記錄，日期，核心直徑，位置，高度，方位，傾斜，最終深度，獲取率等，還包括以下的名稱和概念：

- 礦物學
- 結構
- 密度
- 岩芯描述
- 顏色
- 含水量，及
- 地質聯繫人。

大多數在巴西淡水河谷公司的岩芯記錄是以手工方法執行和登記，然而，在 Itabira 礦區，巴西淡水河谷公司目前正在測試一個用手持電子設備進行岩芯記錄的程序，將測井結果通過電子方式向中央系統傳輸。淡水河谷公司的意圖是要將這電子方式落實到所有的鑽探計劃。

PAH 在 Itabira，Alegria，Brucutu，Segredo，和其他地點的核心場地觀察岩芯記錄的過程，並得出結論認為記錄和登記地質資料利用適當的標準，並具有很高的專業素質。圖表 2-3 顯示了一個岩芯記錄代碼的清單。

2.4 樣品分析

淡水河谷公司南部系統包括八個擁有樣品準備設備的實驗室，以進行化學和粒度分析。PAH 參觀了所有這些實驗室，發現他們都配備有現代化的設備，精幹和熱情的人員，同時所有地點都顯示清潔和有秩序。

抽樣的程序，接待和處理是有據可查的，大多數都有能力以電子方式向地質，礦山，冶金，航運部門傳達結果。淡水河谷公司已在 2005 年增加資本預算以完成在所有實驗室的硬件和軟件安裝。

地質，生產或運輸樣品在在不同的場所，在某些情況下在不同的建築物進行準備。設備的潔和維護取決於程序規定，因此壓碎機是用壓縮空氣淨化，而磨粉設備是用水和肥皂清洗。設備的維修和校準在固定時期進行，根據規格，一些設備每天進行維修，而其他設備則每三，六個月或每年進行維修。

圖表 2-3

巴西淡水河谷公司

南部系統

最常用的岩芯記錄的代碼

岩石代碼	岩石類型
SO	土壤 (Solo)
HC	硬赤鐵礦 (Hematita Compacta)
HF	易碎的赤鐵礦 (Hematita Friavel)
HP	粉狀赤鐵礦 (Hematita Pulverulenta)
HCT	受污染赤鐵礦 (Hematita Contaminada)
HGO	泥狀赤鐵礦 (Hematita Goethitica)
HMN	含錳赤鐵礦 (Hematita Mangesifera)
IH	鐵英岩+赤鐵礦 (Itabirito + Hematita)
IC	緻密型鐵英岩 (Itabirito Compacto)
IF	易碎型鐵英岩 (Itabirito Friavel)
ICT	污染型鐵英岩 (Itabirito Contaminado)
IGO	泥型鐵英岩 (Itabirita Goethitica)
IMN	含錳鐵英岩 (Itabirite Mangesifera)
CG	鐵角礫岩，風化封蓋
ROL	Rolados (*)
FM	鐵 - 錳 (Formacao Fe-Mn)
NL	Nova Lima片岩 (Xistos do Grupo Nova Lima)
MP	Piracicaba Group (Filitos é quartzitos do Paracicaba Group)
IN	基性侵入岩 (Rochas Maficas Intrusivas)

(*) 的建議。

在南部系統所有實驗室的分析技術為鐵和燃失率執行濕性分析 (Loss on Ignition)；對 Fe_3O_4 執行Satmagan；通過熔珠執行 XRF (X光熒光) 或對矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂;和濕法基礎的粒度進行 ICP (電感耦合離子體) 分析。

南部系統實驗室的設施和能力都列於圖表 2-4 中。

所有樣品經過壓碎和篩分進行準備。每一個微粒都進行了分析並進行全面性的計算，微粒是一般礦石的基本品位。

一般的樣品準備程序如下：

- 篩分和壓碎至 31.5 毫米
- 混合及分成四等份

圖表 2-4
巴西淡水河谷公司
南部系統
實驗室設施

實驗室	樣品分析	分析技術	元素
Aqua Limpa	Aqua Limpa	濕法分析	鐵，FeO和燃失率
	Córrego do Meio	電感耦合等離子體	矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
Alegria	Alegría, Fábrica Nova Conta Historia	規模分析	>6.3 毫米 - 自然基礎 <6.3 毫米 - 幹基礎
		濕法分析 電感耦合離子體	鐵，礦 FeO和燃失率 矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
Feijão	Feijão, Fábrica	濕法分析 Satmagan	鐵和燃失率 鐵三四氧化
		電感耦合離子體	矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
Gongo Soco	Gongo Soco	濕法分析	>6.3 毫米 - 自然基礎 <6.3 毫米 - 濕基礎
		XRF - X 光熒光 - 熔珠	鐵，礦 FeO 和燃失率 矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
Itabira	Caué, ConeiÇão Minas Do Meio XRF	濕法分析	>8 毫米 - 自然基礎 <8 毫米 - 幹基
		XRF - X 光熒光 - 熔珠	鐵，礦 FeO 和燃失率 矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
Timbopeba	Andrade Timbopeba Fazendão	濕法分析	>6.3 毫米 - 自然基礎 <6.3 毫米 - 濕基礎
		XRF - X 光熒光 - 電熔珠	鐵，礦 FeO 和燃失率 矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
Córrego do Meio Fábrica	Córrego do Meio Fábrica	物理分析	>8 毫米 - 自然基礎 <8 毫米 - 幹基礎
		濕法分析 Satmagan X 光熒光 - 熔珠	鐵和燃失率 鐵三四氧化 矽，鋁，磷，錳，鈦，鈣，鎂
		電感耦合離子體 粒度分析	濕基礎

- ¾ 公斤樣品作水分測定。
- 20 至 30 公斤樣品作大型乾篩
- 以 10 毫米篩乾篩
- 1.5 至 1.6 公斤樣品作微篩（ 6.3 毫米、1.0 毫米、0.6 毫米、0.3 毫米、0.15 毫米和-0.15 毫米。
- 各粒度級份額和四分一位的乾篩及加壓
- 20 克樣本作礦物學測試，及
- 研碎作化學分析、發射光譜分析(ICP analysis)及濕法分析。

2.5 樣品質量控制／質量保證程序

樣品製備質量控制按速率1:20的樣品重複分析進行在。

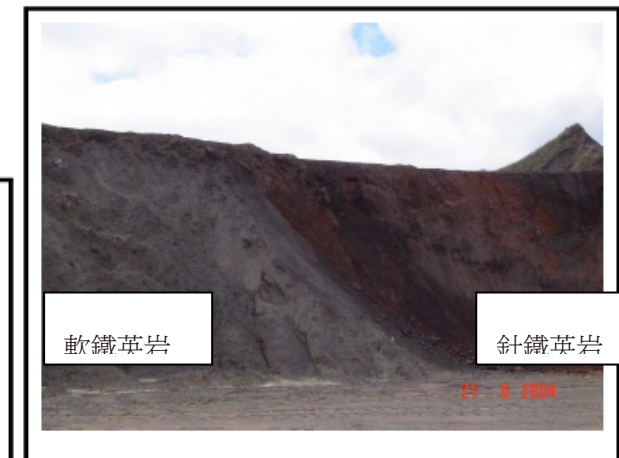
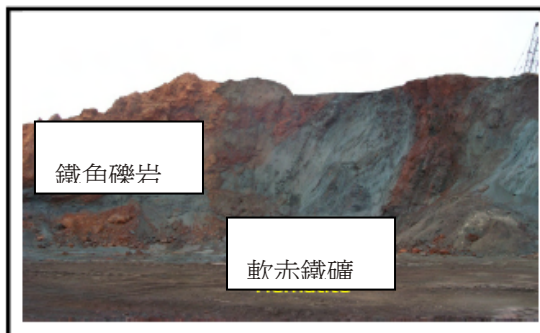
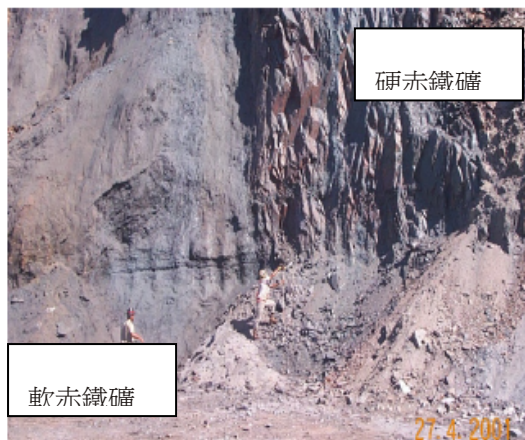
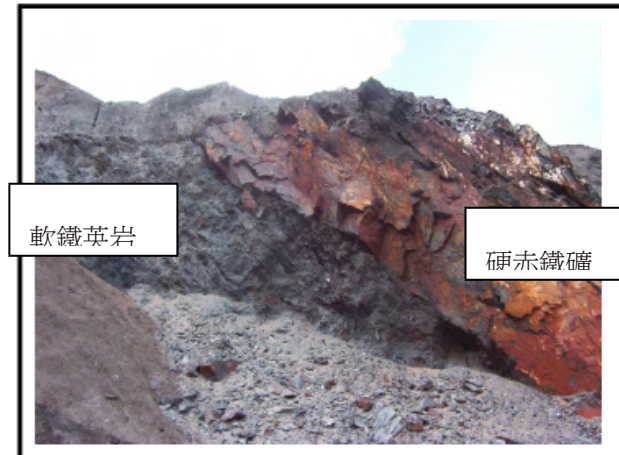
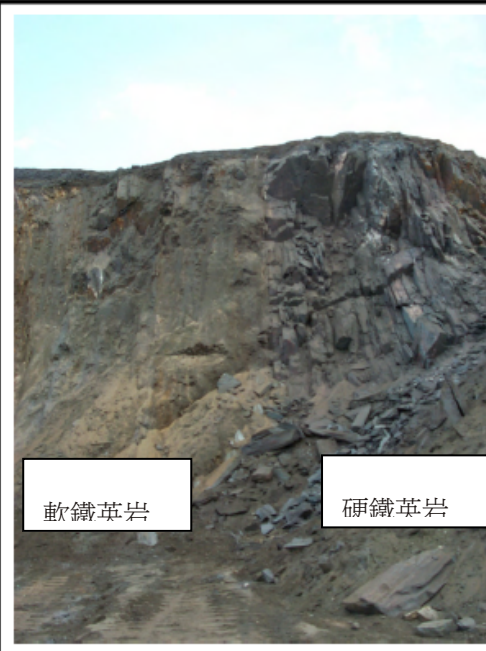
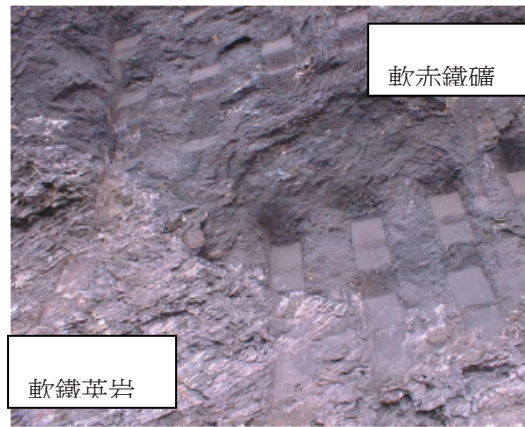
淡水河谷公司已建立了兩個檢驗質量控制方案，一個是內部程序（INTERGALBS），而另一個是 Interlaboratorial International SG9，共有60 個來自世界各地的實驗室參與。南部系統實驗室在這兩個方案方面已經取得出色表現。

圖 2-3 顯示 Programa Interlaboratorial Internacional SG9 - 2004 年 2 月鐵濕法分析結果。

2.6 密度測定

淡水河谷採用三種方法來測量礦區內主要礦石和各類經鑑別岩石的密度。這些方法乃根據行業標準應用，包括自然密度及乾密度。這些方法是：

- 灌砂
- 實心岩石沉浸，及
- 積水礦坑



各採礦業務按礦區內存在的各類岩石和礦石應用這項技術。PAH注意到，大多數的密度測量已於 2003 年前完成。

PAH注意到，密度測量因各採礦業務的礦石及岩石類型以及測定次數而各自不同。於目前的地質建模中採用這些數值乃為合適。然而，PAH認為，因應南部體系不同礦洞地質建模的目前最新進展，應採用更多其他測量方法。

表 2-5 呈列在南部體系礦洞進行的密度測量概要。

2.7 對賬

巴西淡水河谷公司向PAH提供南部體系採礦業務的編序實際生產估計數字。採礦計劃以短期建模配合地質填圖、通道取樣，淺井鑽探（一到兩個基準深度）及測量編製。

PAH已審視現有的地質監控和審查程序，包括印製操作手冊，並同意已根據行業標準妥為應用該等監控及程序。

表 2-6 顯示估計噸數與實際產量的對賬，顯示南部體系業務的表現合格（噸數0.57%及 鐵品位-0.27%）。這些全球結果受 Fazendão業務的差異擴大影響，Fazendão業務的業務產能正在提升。

圖 2-4 呈列2004 年估計數字對賬表。

表 2-5

巴西淡水河谷公司 (Companhia Vale do Rio Doce) 南部體系的

密度測量

	M																					
	Aleg		Agua Limpa		Bruc		Fabrica Nova		Fazendao		Feijao (Ferteco)		Gongo Soco		Conceicao		Minas do Meio		Joao Pereira-Segredo		Maqui	
Rock Codes - Iron Formation	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural	Samples	Natural
Fe >= 60%			3	4.5																		
Fe <= 60%			3	0																		
			113	2.7																		
				0																		
Compact Hematite	9	4.4					2	4.4	2	4.6	3	4.2			3	4.7	3	4.7	9	4.4	6	3.9
Friavel (Soft) Hematite	2	3					4	4	3	0	6	1			9	1	9	1	0	5	2	3
Powdery Hematite	2	2.9			200	3.1	9	3.2	5	3.2	5	3.1	249	3.7		4.0		4.0	7	3.3	2	3.2
Contaminated Hematite		1				3	7	7	4	9	5	5		5		0		0	7	7		7
Hematite - Itabirite																						
Goethite Soft Hematite													9		2	3.6	1	3.6				
Friavel (Soft) Itabirite <40%													9	3.0		3.6	2	3.6				
Friavel Itabirite 40<Fe>55%														6		0		0				
Friavel Itabirite Rico >55%					200											3.2						
					6	3.1	1	3.0	5	3.2						0				2.7		
MN	7	2.3			7	3	5	0	4	9										1		
Itabirite	113	1				2.6	1	2.5	1	2.4					4	2.4	4	2.4			4	
Goethite Soft Itabirite		2.5				6		5		0					2	0	2	0	186		3	2.2
Dolomitic Itabirite		5							8	2.6			219		4	0		2.7	103	2.6		8
Hard Itabirite,Fe<40%							3		8	5					4	2.7	4	0		0		
Hard Itabirite,40<Fe<50%	7				6		8	2.7	7	2.8	1	2.8		4	2	0	2	2.9	1	2.8		
Hard Itabirite, Fe>50%					6	2.6	2	6	2	0	4	0			4	2.9	4	0	2	7	103	
Itabirite Anfibolitic		2.8			7		2	2.2							2	0	2			2.8		
Contaminated Itabirite		3				6	2	2.2												7		
Fe,40%						2.6		5											6	6		2.5
Contaminated Itabirite	1					6		2.2	1	2.3			6									9
40<Fe<50%	5				5		1	5	7	7			4								2	
Contaminated Itabirite		3.0				3.1							2.3									
Fe>50%		0				7							3						3	2.7		3.2
	3							3.0	3	3.3					2	3.2	2	2	9	3		9
Ca	2							1	8	1					7	0	7	3.5				
ng			1												2	7	3.5	7				
a			0												2	7	4	7				
Ph		2.2		2.5											7	4	7	3.8		3.1		
ylit		4		4									4		2	3.8	2	3		4		
e													2		7	3	7					
Quartzite (Sao)																						
Quartzite Ferruginoso	1												2.3									
Decomposto	0												5									
Cercadinho	1																					
Quartz Vein	2	3.0	2	2.7	3		1															3.0
Sc		0		9			9									2.7						0
hi		1.7				2.7										0						1.9
st		6	3			8		2.9	2	2.8						0						9
Talc Hematite Schists		2.1	0	2.2			2	9	1	8						3.2				3.1		1.9
Schist Decomposto		0		0			3		2	1.8						0				8		9
Soil / Laterite							1			5												
Gandarela Decomposto	2						5	2.4	3	1.9												
Intrusive	5							1	2	6			5									
								2.4					3									
Totals	306		241		703		414		444		240		734		341		341		341		528	

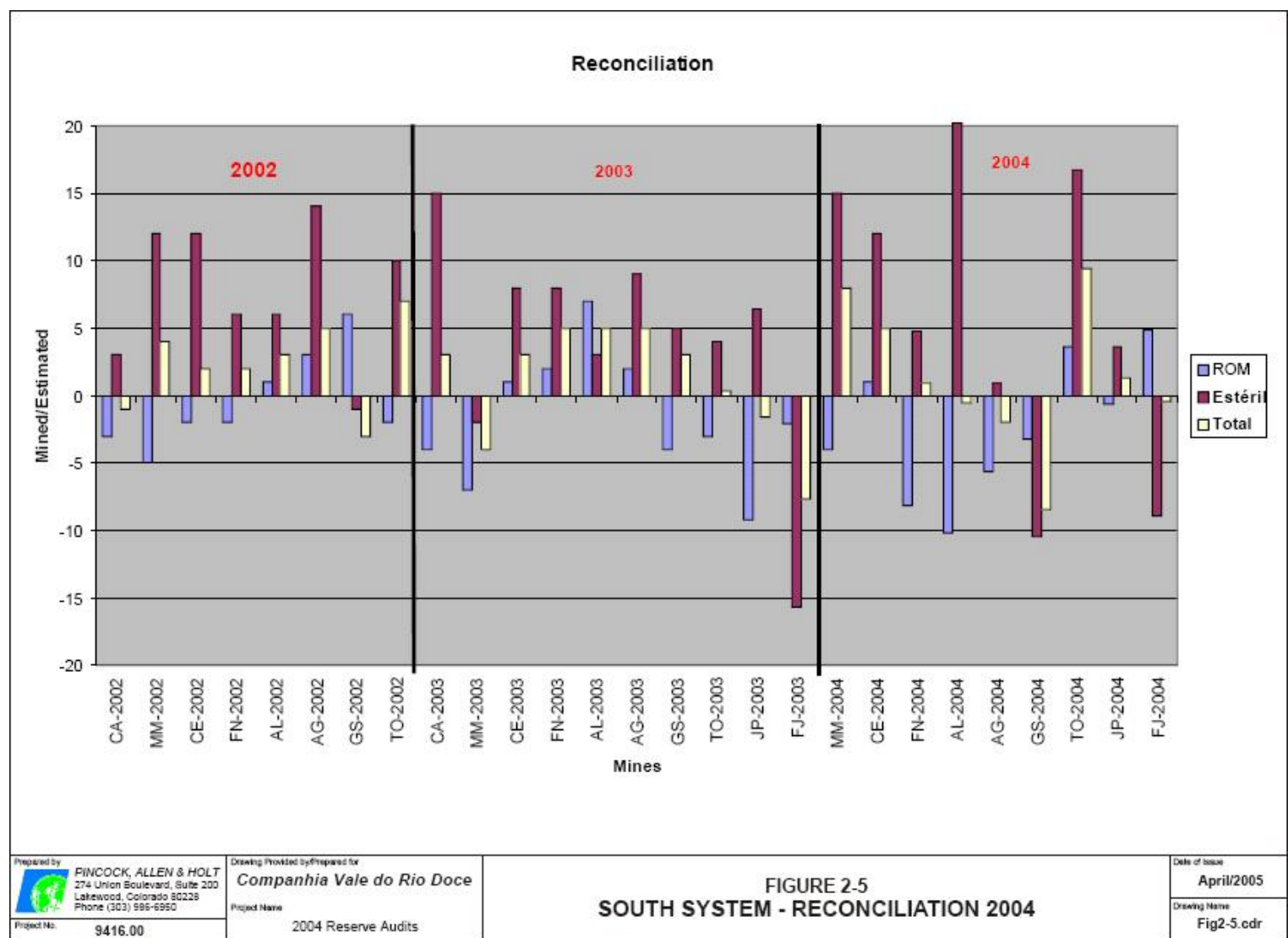
表 2-6

Companhia淡水河谷公司

南部體系

2004年對賬

	Resource Models December, 2004				Estimated		Production 2004						Difference	
	Hematite		Itabirite		Reserves in Models		Hematite		Itabirite		Total		Model/Production	
Deposit/Mine	T X 1000	% Fe	T X 1000	% Fe	T X 1000	% Fe	T X 1000	% Fe	T X 1000	% Fe	T X 1000	% Fe	% Tonnes	% Fe
<u>Conceição</u>	10,433	67.41	14,334	49.53	24,767	57.06	10,214	64.81	14,904	49.49	25,118	55.72	1.42	
<u>Minas do Meio</u>	11,614	66.78	24,029	49.99	35,643	55.46	11,370	64.81	22,865	49.49	34,235	54.58	-3.95	
Caue	80	66.38	1,969	44.75	2,049	45.59	308	64.81	2,102	49.49	2,410	51.45	17.62	
Itabira Complex	22,127	67.08	40,332	49.57	62,459	55.77	21,892	64.81	39,871	49.49	61,763	54.92	-1.11	-1.53
<u>Gongo Soco</u>	4,728	66.59	2,653	45.47	7,381	59.00	4,916	66.35	2,704	52.78	7,620	61.53	3.24	
<u>Água Limpa/Cururu</u>	2,266	56.36	5,689	40.99	7,955	45.37	2,096	55.95	6,300	51.57	8,396	52.66	5.54	
Brucutu	5,801	64.17	290	62.06	6,091	64.07	6,002	64.66	0	0.00	6,002	64.66	-1.46	
Minas Centrais Complex	12,795	63.68	8,632	43.07	21,427	55.38	13,014	63.90	9,004	51.93	22,018	59.00	2.76	6.54
<u>Alegria</u>	0	0.00	9,485	55.45	9,485	55.45	0	0.00	10,566	56.48	10,566	56.48	11.40	
Fábrica Nova	9,714	61.83	0	0.00	9,714	61.83	8,924	61.56	0	0.00	8,924	61.56	-8.13	
	1,000	64.49	0	0.00	1,000	64.49	1,229	50.06	0	0.00	1,229	50.06	22.90	
Fazendão	4,918	66.37	1,625	47.30	6,543	61.63	5,141	64.69	1,644	43.49	6,785	59.55	3.70	
Timbopeba														
Mariana Complex	15,632	63.43	11,110	54.26	26,742	59.62	15,294	61.69	12,210	54.73	27,504	58.60	2.85	-1.71
<u>Córrego do Feijão</u>	4,224	67.50	978	63.95	5,202	66.83	4,123	67.49	823	61.81	4,946	66.54	-4.92	
<u>João Pereira</u>	0	0.00	12,626	57.55	12,626	57.55	0	0.00	12,551	55.58	12,551	55.58	-0.59	
Segredo	0	0.00	4,106	59.62	4,106	59.62	4,533	60.93	0	0.00	4,533	60.93	10.40	
Minas Oeste Complex	4,224	67.50	17,710	58.38	21,934	60.14	8,656	64.05	13,374	55.96	22,030	59.14	0.44	-1.66
TOTAL South System	54,778	65.27	77,784	51.53	132,562	57.21	58,856	63.69	74,459	51.81	133,315	57.05	0.57	-0.27



3.0 資源建模和地質統計學

3.1 建模方法

淡水河谷公司遵循合理程序編製地質建模和資源估計程序，而PAH的審閱認有關程序足以支援淡水河谷公司編製儲量申報聲明。長期地質小組已南部體系所有採礦業務的資源建模，南部體系位於Itabira 綜合項目。由於地質工作焦點集中，南部體系礦場採用的基本程序完全一致。估計大致上通過對鐵， 二氧化矽， 氧化鋁磷， 錳， 燒失量（燒失量），以及三個

粒度組分的分析得出，但這些數據因礦場而異，視礦物特點、淡水河谷公司的地質建模方針及包括所有基本步驟的資源估計。這些因素已於表3-1概述。PAH於審核過程審閱淡水河谷公司的程序。

3.2 數據組織

最初的步驟包括存儲所有數據到主計算機數據庫（PDB）中，然後匯出到的 Excel ® 電子表格，並最終匯入 VULCAN ®，Gemcom ® 或 DATAMINE ®，這取決於不同業務使用何種挖掘軟件。淡水河谷公司採用不同的採礦軟件程式以建立模型，已載於表3-2。

3.3 岩石代碼

數據庫中的岩性單位（岩石代碼）以鑽孔日誌的視覺描述識別，並使用化學和粒度檢測。經實地觀察及地質詮釋後，即獲得最終的岩石類型分類。

淡水河谷公司目前在其南部體系使用的岩石代碼於表3-3概述。

在審計過程中，PAH發現最終數據所載的不少岩石代碼在礦物學上的差別不大，但是，淡水河谷公司認為有需要更詳細估算採區，因為大多數的地質接觸都能清晰界定，應在地質統計的估計上列為「硬接觸」。

PAH建議進行檢討，以進一步簡化資源估計的地質模型。建議的建模岩石代碼列於表3-4。

表 3-1

淡水河谷公司

南部體系

淡水河谷公司的地質建模方法及資源評估方針

數據組織	私人資料庫 淡水河谷擁有的軟件 原始數據 - Excel® 電子表格 數據建模 - 火神® ISIS 的數據庫
一致性檢查	再測量已有鑽孔項圈 檢查鑽孔位置與地形 目視檢查的化驗和數字數據錄入 重新化驗已有鑽孔岩芯樣品
EDA	基本統計數字－基本情況 - 通用數字，直方圖，箱圖等 接觸分析
密度測量方法	標準堆沙礦坑法 水浸泡（加壓材料）方法 開井法 芯盒法
地質建模	火神® 軟件 數據解讀 - 觀看屏幕切面和平面
座造型	火神® 軟件 - 固體擠壓構造的計劃，查看多邊形
變異法	相關圖法 井下相關圖的納邵特常數 不同粒度組分的平均相關圖模型
品位插值（克里格）	按地質領域以Origin Kriging法作出的綜合估計 八分儀的搜索橢球（最多兩個八分儀） 對一個母細胞大小的估計 Kriging過程加權複合長度
資源模型驗證	統計比較檢查 - 全球偏差 品位插值範圍相比，複合範圍 軋均値和分佈 近鄰模型 - 全球偏差 按基準的地區偏差 按分段的地區偏差 趨勢
屏幕檢視	隨機選段 礦層與Kriged的品位以目視比較
資源分類	實測資源 = 100 米× 100 米鑽探網絡 已探明示資源 = 200 米x200 米鑽探網絡 推斷資源 =所有估計區塊（減去已測量及可能部分） Kriging區塊法 -一定義插值區內，100 米x 100米及 200 米 x200 米網絡（「膨脹和腐蝕」技術 —地質上修訂已測量和可能資源區，並表示若干地段按地質學家的意見升級或降級

表 3-2
淡水河谷 公司
南部體系淡水河谷目前在不同地區使用的開礦軟件

過往審核	鐵礦床	所用軟 件	
		建模	Kriging
2005	Maquiné	火神	祝融
2005	João Pereira	火神	祝融
2005	Segredo	火神	祝融
2005	Fábrica Nova	火神	祝融
2004	Brucutu	Datamine	火神
2004	Fazendão	火神	祝融
2003	Água Limpa	Datamine	Datamine
2003	Alegria	Datamine	Datamine
2003	Conceição	火神	祝融
2003	Feijão	Gemcom	Gemcom
2003	Gongo Soco	火神	祝融
2003	Minas do Meio	Datamine	火神
2001	Timbopeba	火神	祝融

表 3-3

淡水河谷公司

南部體系

南部體系礦床建模所用岩石代碼。

Rock Type	Code	Conceicao	Minas do meio	Brucutu	Maquine	Gongo Soco	Bau	Agua Limpa	Alegria	Fabrica Nova	Fazendao	Timbopeba	Segredo	Joao Pereira	Feijao
Canga	CG	CG	CG	CG	CG		CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Solo	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO
Hard Hematite (Hematita Compacta)	HC	HC	HC		HC						HC	HC	HC	HC	HC
Friable Hematite (Hematita Friavel)	HF	HF	HF	HF	HF	HF	HF		HF	HF	HF	HF	HF	HF	HF
Powdery Hematite (Hematita Pulverulenta)	HP	HP	HP												
Contaminated Hematite (hematita Contaminada)	HCT	HCT	HCT			HCT									
Goethitic Hematite	HGO			HGO						HGO	HGO		HGO	HGO	
Itabirite	IT								IT						
Friable Itabirite (Itabirito Friavel)	IF	IF	IF	IF	IF		IF			IF	IF		IF	IF	IF
Contaminated Itabirite (Itabirito Contaminada)	ICT	ICT	ICT			ICT									
Itabirite + Hematite (itabirito+Hematita)	IH	IH	IH												
Compact Itabirite (Itabirito Compacto)	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC		IC	IC	IC		IC	IC	IC
Manganiferous Itabirite	IMN			IMN			IMN						IMN	IMN	IMN
Goethitic Itabirite	IGO			IGO	IGO				IGO	IGO	IGO		IGO	IGO	
Rich Soft Itabirite	IFR									IFR			IFR	IFR	
Dolomitic Itabirite	IDO					IDO									
Amphibolitic Itabirite	IA							IA	IA						
Mafic Intrusive	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN
Nova Lima Schists	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
Piracicaba Group	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP

表 3-4

淡水河谷公司

南部體系

建議建模代碼

Rock Type	ok Co	Conceicao	Minas do meio	Brucutu	Maquine	Gongo Soco	Bau	Agua Limpa	Alegria	Fabrica Nova	Fazendao	Timbopeba	Segredo	Joao Pereira	Feijao
Canga	CG	CG	CG	CG	CG		CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG
Solo	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO
Compact Hematite (Hematita Compacta)	HC	HC	HC		HC						HC	HC	HC	HC	
Friable Hematite (Hematita Friavel)	HF	HF	HF	HF	HF	HF	HF		HF	HF	HF	HF	HF	HF	HF
Goethitic Hematite	HGO			HGO						HGO	HGO		HGO	HGO	
Friable Itabirite (Itabirito Friavel)	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF			IF	IF		IF	IF	IF
Compact Itabirite (Itabirito Compacto)	IC	IC	IC	IC	IC		IC	IC	IC	IC	IC		IC	IC	IC
Manganiferous Itabirite	IMN			IMN			IMN						IMN	IMN	IMN
Goethitic Itabirite	IGO			IGO	IGO					IGO	IGO		IGO	IGO	
Mafic Intrusive	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN
Nova Lima Schists	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL	NL
Piracicaba Group	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP

3.4 數據一致性檢查

淡水河谷公司使用下列四個不同的步驟檢查地質建模過程數據的一致性：

1. 再測量已有鑽鉋
2. 檢查鑽孔位置與地形
3. 重新化驗已有鑽孔岩芯樣品
4. 以目視檢查檢驗結果和數碼資料庫的數據

PAH進行了一些視覺上的檢查，檢查檢驗結果、數碼資料庫 及鑽孔位置與地形，確認數值並無誤差。淡水河谷公司提交的數據集被認為情況優異。

3.5 基礎研究

淡水河谷公司人員對所有南部體系礦場進行廣泛的統計研究。有關資料統計結果令人滿意。這項研究包括建模所用變數的單變量、所有的粒度組分，以及每個地質區的統計。原始樣本（原始數據）複合材料以及塊體模型的估計數字的比較已由淡水河谷公司人員總結以供PAH審閱。在資源和儲備審計的範圍內，PAH進行有限的比較研究檢查，發現數據都在可接受的限度，而並無發現重大差異。

淡水河谷公司也產生了原始數據、複合材料和塊估計方面的許多直方圖和箱圖圖表。PAH已審閱數據並向Fábrica Nova、Maquiné 和 Conceção 礦場載述這些直方圖和箱圖圖表，他們亦認為可以接受。淡水河谷公司進行的其中一項統計，是對南部體系其中一個礦場Fábrica Nova進行，已於表 3-5呈列。直方圖和箱圖亦已列於圖 3-1 和 3-2。

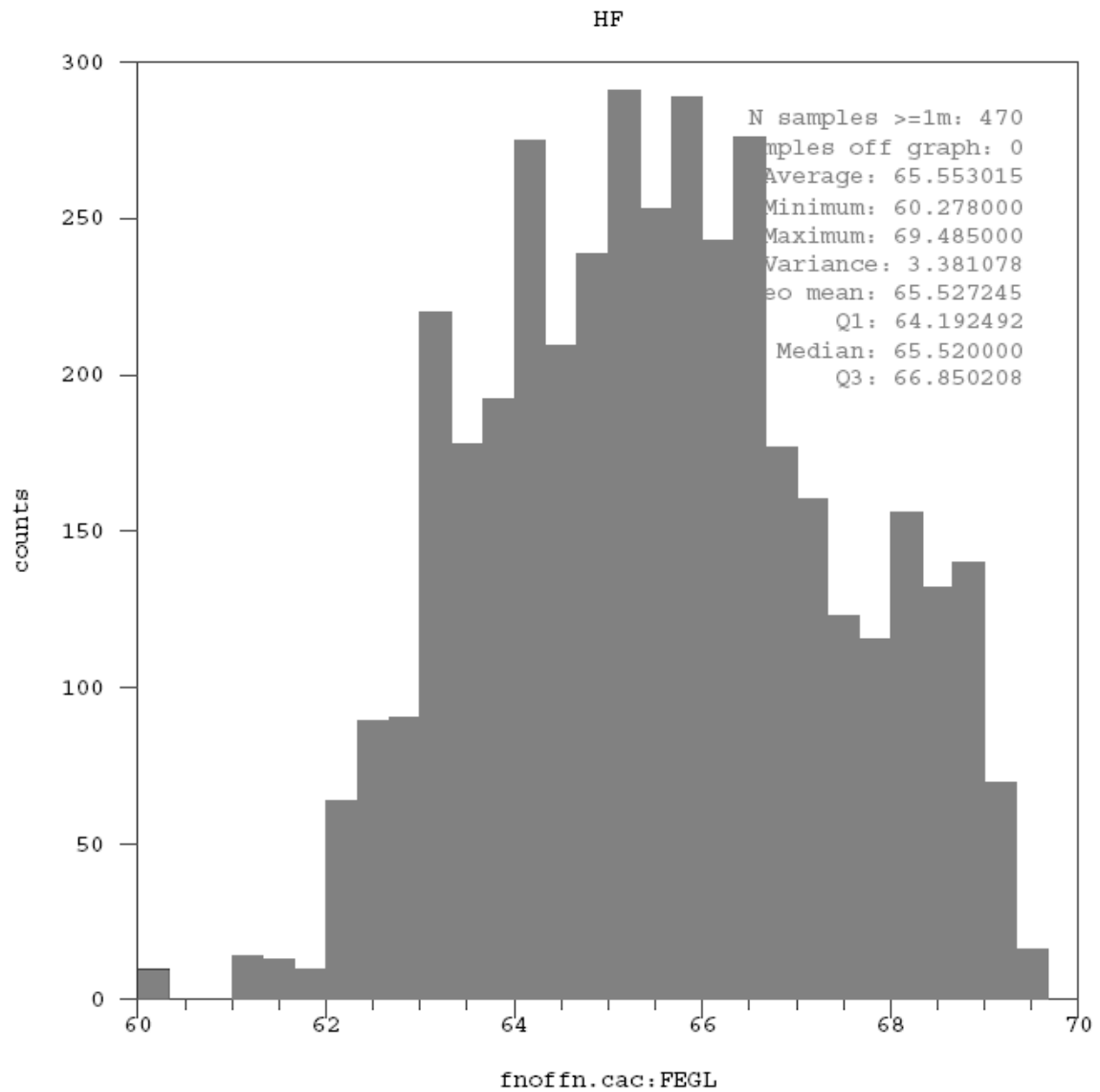
3.6 合成

鑽孔層在 10 米井下長度產生。根據每個礦床的鑽孔測井資料，鑽孔層層在地質界線中斷。雖然長的岩芯樣品的分析不盡相同，由小於 0.5 米至 13 米以上不等，在地統計學意義上的支持樣本的長度是標準化的鑽孔層 10 米，以符合實際開採台階高度和塊體模型的垂直單元格高度。

表 3-5

淡水河谷公司

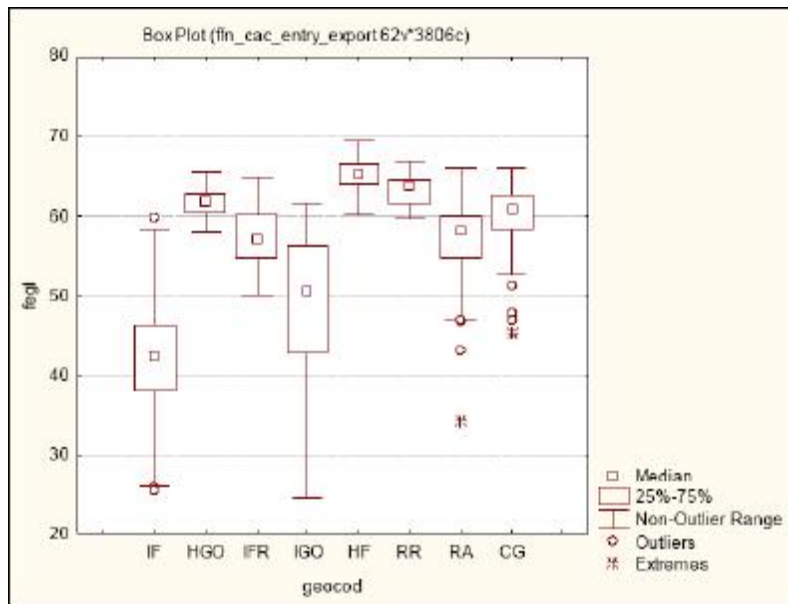
南部體系



Fabrica Nova 礦場易碎赤鐵礦系統模型綜合統計數字

圖 3-1

Fabrica Nova 礦場易碎赤鐵礦的全球鐵礦直方圖(FeGL)綜合統計數字



Median 中位數

Non-Outlier Range非離群區間

Outlier 離群數值

Extremes極值

圖 3-2

Fabrica Nova 礦場FeGL 綜合統計數字直方圖與岩性單位的比較

在審計過程中，PAH發現了少量複合材料較標準長度10 米為短。雖然長達2 米的複合材料樣本已列入估計當中（在某些情況下），但有小部分較短的複合材料（短於2 米）並沒有用於最終估計。PAH認為這是一個正常的程序，且不足以重大影響最終估計過程。PAH在審計過程中檢查過一些複合材料，發現複合材料的計算正確。

3.7 密度測量

正如本報告上文所述，CVRD利用以下方法進行密度測量：

1. 測定沙坑

2. 水浸技術（用於堅硬物料）

在樣本淹沒在水中時，可測量樣本的重量及排水量的比例。

3. 開井

可測量從鑽孔移除的物料及鑽孔的容量的比例。

4. 芯盒法

可測量核心體積重量及在盒子裡的核心體積的比例。

3.8 地質模型

CVRD在其南部系統的採礦業務採用了三套不同的軟件程式（見表 3-2）。地質模型是由CVRD的人員利用兩個步驟而制成，包括一個於屏幕顯示的橫截面圖和經詮釋屏幕上的地質數據而制成的平面圖。

地質模型主要是根據橫截面的數個鑽孔之間的地質接觸而制成。經詮釋從橫截面所得的岩性接觸後，會繼而轉移至平面圖。而就詮釋平面圖方面，地形表面會提升10 米，以避免在離散塊體模型的過程中出現空位。詮釋地質後，每一個岩性物質在屏幕上以立方體呈現以界定其領域。

對於地質統計研究，CVRD將每一個岩性物質視為獨立領域。將其獨立看待是由於在不同的地質環境中，粒度小數有不同的特性。

這種差異直接影響其變化過程的特性，包括產品的復原和等級。因此，接觸分析是建模過程不可或缺的部分，當中需要根據分離的距離而配對複合材料及以分離的距離繪製平均值，在決定岩性接觸應被視為硬性接觸或軟性接觸後，再利用該些繪圖來決定複合材料選取。

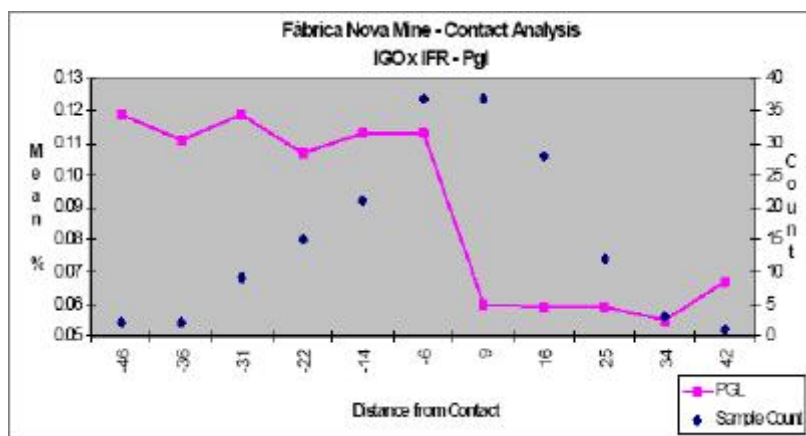
如差異是急劇變化，該些接觸會被界定為硬性；如差異是漸進的，該些接觸則會被界定為軟性。PAH審視了這些特性並審閱了CVRD的接觸分析的數據和繪圖，發現在軟性接觸的接觸是從各方面而來時，平均等級並沒有存在重大差異，在這種情況下，從各方面接觸的複合材料可利用克里格法以估計這些領域，而不論其距離。如是硬性接觸，PAH發現在硬性接觸的接觸是從各方面而來時，平均等級則存在重大差異，在這種情況下，岩石學決定如何使用這些複合材料，從而利用克里格法以估計這些領域。該些經使用的複合材料是有限的，且取決於岩石學。圖3-3 展現了這兩種類型的例子。

PAH總結認為在不同地質領域中各方面的粒度小數是會出現急劇轉變，PAH亦同意CVRD將個別地質領域作為空間領域的處理方式。

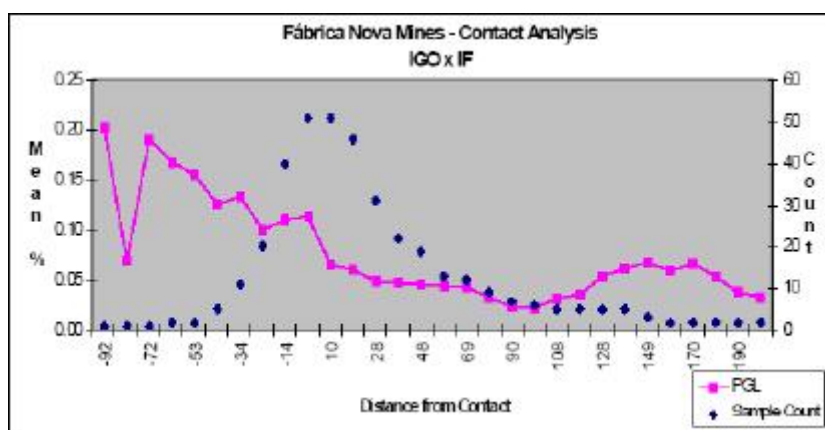
3.9 變分法

CVRD人員就每個沉積層利用相關圖法進行了詳細和廣泛的變分法。實驗性相關圖是就每個元素在每個沉積層的井下以及多個橫向進行。相關圖以岩石變數在多個方面經測試為整體等級(Fe, P, Al 及 G1 (%+6.3 毫米))。在不同粒度範圍中，相同元素的實驗性相關圖均相約。因此，在X軸（長軸）、Y軸（半長軸）及Z軸（短軸）方向的每個測定都制定一個單一的模型相關圖。因此，三維模型相關圖代表曾被用來表示 FeGL（整體）及 FeG1, FeG2, FeG3 和 FeG4 粒度小數。井下相關圖通常用作決定「金塊常量」。CVRD亦就Fe, SiO₂, P, Al₂O₃及粒度變數製成模型相關圖。PAH觀察到多個CVRD的模型相關圖存有等級變異，尤以井下相關圖為甚，PAH亦相信此乃直接與到地下地質環境有關。相關圖例子在圖 3-4 和3-5呈現。

Fábrica Nova Mine – Contact Analysis	Fábrica Nova礦—接觸分析
IGO x IFR - Pgl	IGO x IFR - Pgl
Mean %	平均百分比
Distance from Contact	接觸距離
Count	次數
PGL	PGL
Sample Count	樣本次數



甲、IGO及IFR間的硬性接觸



乙、IGO及IF間的軟性接觸

圖 3-3

Fábrica Nova礦不同岩性領域的甲、硬性接觸及乙、軟性接觸的例子

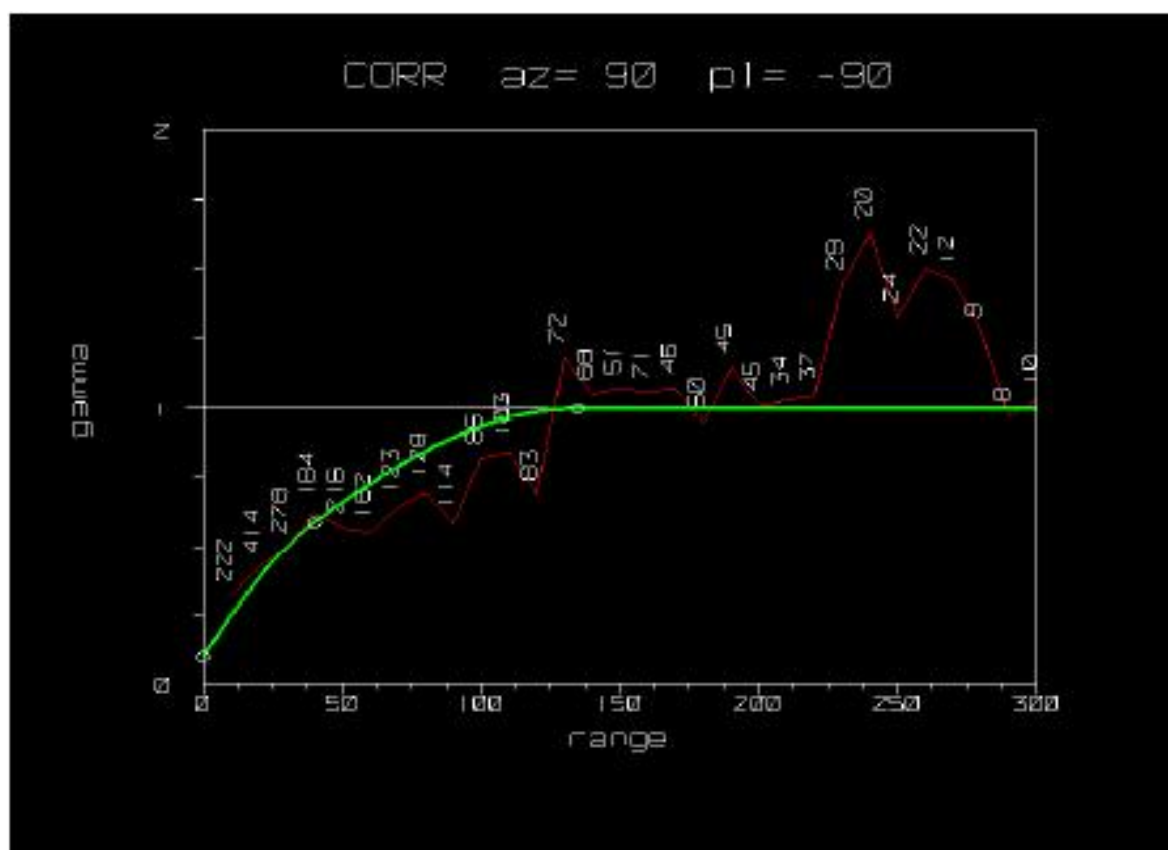


圖 3-4

FeG1的井下相關圖（8 毫米Fe） - Conceição礦鑽孔 - 累積的複合材料

CORR az=90 pl=90	CORR az=90 pl=90
gamma	伽瑪值
range	範圍

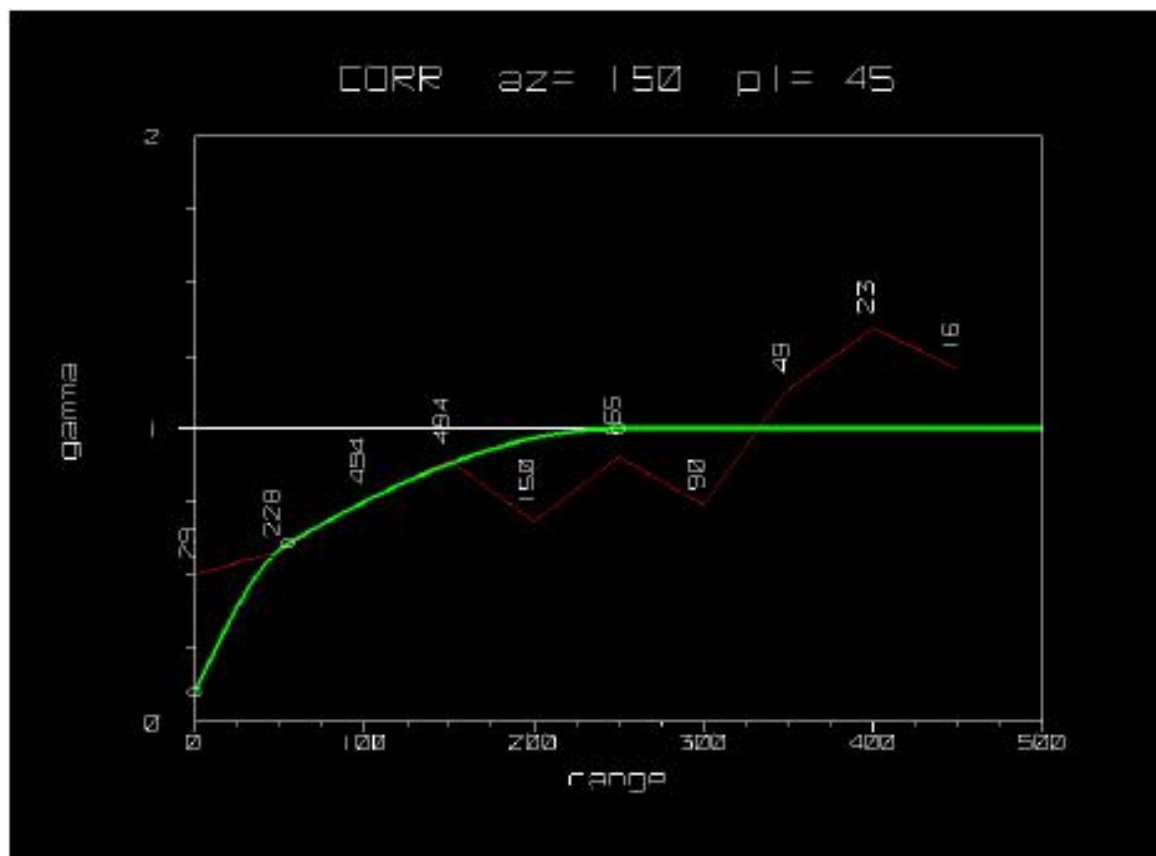


圖 3-5

FeG1的相關圖（8 毫米Fe） - Conceição礦鑽孔 - 累積的複合材料

CORR az=150 pl=45	CORR az=150 pl=45
gamma	伽瑪值
range	範圍

3.10 品位累積

在合成取樣前，CVRD在進行等級評估時採用了等級累積程序。這個過程需要部份粒組（即部份樣本總數）及每一個粒組的累積測定值。每一個指定的等級累積測定值是以粒組乘以相同粒組的測定。例如， $AFeG1 = G1 (+6.3\text{毫米小數的百分比}) \times FeG1 (+6.3\text{毫米小數的百分比})$ 。進行這個程序是要確保在區塊估計中所有複合材料是適量（經衡量）的。所有南部系統的礦場均以這個過程作為標準，此乃由於每個組粒的個別測定僅能代表該粒組的容量。因此，樣本須以其相關粒組衡量。

3.11 等級估計及克里格計劃

CVRD的等級評估方法乃根據以下步驟：

1. 區塊是以於所有地質領域使用普通克里格法(OK) 估計
2. 制成一個以八分儀為主的搜索橢球（最多兩個）
3. 完成母細胞大小的估計
4. 以複合材料的長度衡量並進行克里格過程

橢球是在樣本搜索中使用，並根據主要變分法的方向發展。沿200米的長軸、150米的半長軸、40 米的短軸（垂直）進行單個或多個搜索搜索通過使用任何一個 或通過搜索 200 米範圍內。由CVRD界定的克里格參數均足夠和合理。圖 3-6 為使用搜索橢球的典型例子

3.12 資源模型驗證

資源模型驗證是通過以下方式進行：

- 統計比較檢查
- 最近鄰模型
- 屏幕檢查

統計比較檢查包括一個整體偏差研究、等級添插範圍與複合材料範圍的比較，以及均值和分佈檢查。最近鄰模型包括審視按基準劃分及按部份劃分的整體及局部偏差及趨勢觀察。

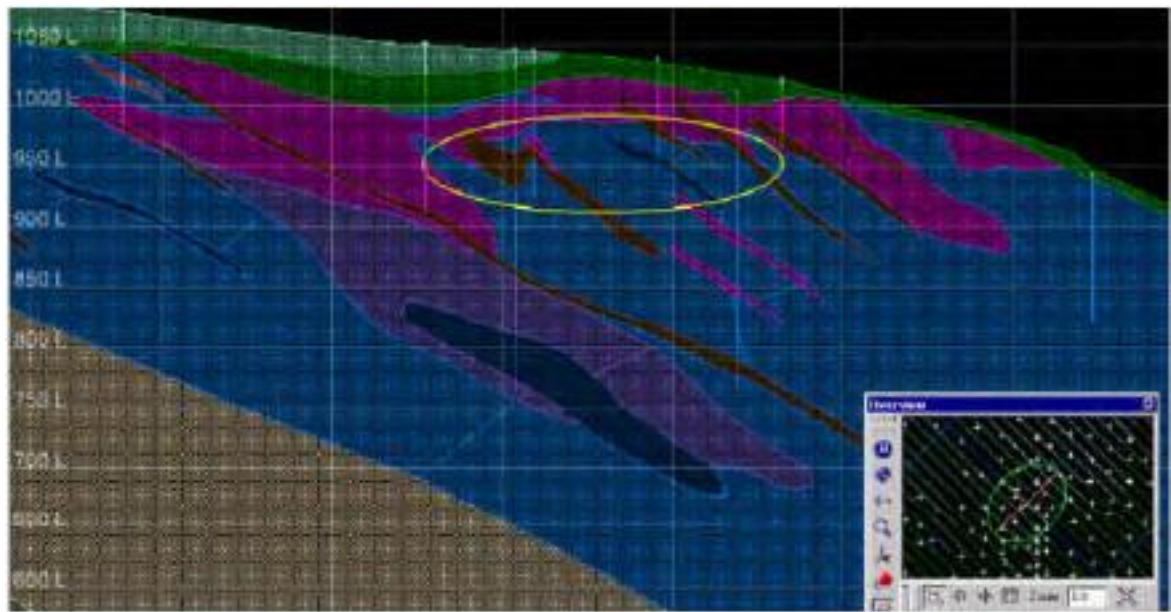


圖 3-6

Brucutu 沉積層中以平面圖及部份呈示的搜索橢球的定向

屏幕檢查須隨機選取數個部份，並對複合材料及克立格等級進行視覺比較。

CVRD就本次審計提供了一系列區塊模型橫截面和克立格估計的基準繪圖。PAH對這些基準繪圖及橫截面進行了視覺檢查。10 米長的複合材料的最近鄰模型統計與由多個領域組成的克立格模型估計作出比較。區塊模型大致上與估計非常一致。

3.13 資源分類

CVRD以澳洲礦產資源及儲量法規的定義進行資源分類。南部系統資源分類是根據作地質建模及等級評估用的鑽探系統網絡。對於大多數的礦場，一個 100 × 100 米鑽探系統網絡足以定義為「經量度」資源類別，由於插入的礦體有數十米垂直連續性；而一個 200 × 200 米鑽探系統網絡足以定義為「指定」資源類別；而所有估計區塊減已計量及指定的類別則分類為「推斷」資源。

以下兩個步驟執行標示區塊方法：

1. 100 × 100 米系統網絡及200 × 200 米的系統網絡插入區的定義。CVRD將這個步驟名為「擴張和侵蝕」技術。該技術包括以最近樣本的距離為基礎並從外推的區塊得出的第一個有區別的加插區塊。
2. 對經量度及指定資源區（以步驟一標示）的地質修訂，根據最佳地質詮釋降級或提升某些地區。

在步驟一方面，CVRD的做法是很全面，並涉及五個不同的階段：

1. 在任何樣本符合以最大連續性方向的搜索半徑範圍，即75 米 x 75 米（50 米半徑 及25 米的容許極限）x 20 米（垂直極限以表生礦體為基礎），則可將 100 × 100 米的鑽探空間標示。這階段是從區塊模型變數DILA確立的價值一而得出（即 DILA1 或 擴張一），因此命名為「第一次擴大」。
2. 未有按以上區塊標示的200 × 200 米的鑽探空間以最大連續性方向的搜索半徑範圍，即125 米 x 125 米（100 米半徑 及25 米的容許極限）x 40 米（垂直極限以表生礦體為基礎）標示。這階段是從區塊模型變數DILA確立的價值二而得出（即 DILA2 或 擴張二），因此命名為「第二次擴大」。

3. 未有按以上區塊標示則會標示為 150 米× 150 米× 50 米的搜索半徑範圍。這些區塊已經超出了 200 × 200 米鑽探空間。這一階段，這階段是從區塊模型變數 DILA確立的價值三而得出（即 DILA3 或 擴張三），因此命名為「第三次擴大」。
4. DILA3的已標記的區塊資料輸出至ASCII 文件，從而輸入至VULCAN ® ISIS 的模塊。
5. 所有的 DILA3 塊重新標記為125 米x125 米 x10 米的搜索半徑範圍，並會在搜索半徑範圍使用至少一個樣本。這一階段被命名為「侵蝕」，這個區塊模型ERO變數為價值一（即 ERO1 或侵蝕 1）。ERO1。該 ERO1變數 用作界定插補的外圍界限，以及將已確立的界限以外的區塊類別降級。
6. 這階段包括以合併DILA及ERO變數的100 ×100 米及200 × 200 米鑽探空間的插補和外推區的定義（以空間變數稱為REC-M 資源）。

REC-M= 1 : 100 × 100 米搜索半徑範圍的估計插補區。

REC-M= 2 : 200x200m 以內的搜索的估計插補區或100x100m 搜索半徑範圍內的外推區。

REC-M= 3 : 200x200m搜索半徑範圍以外的預計插補區或外推區。

須注意分類為「經量度」的區塊平均採用五個樣本及兩個以上的鑽孔以估計等級；百分之五十以上的「指示」區塊採用三個以上的樣本和兩個鑽孔作估計。

總括而言，CVRD南部系統礦場的資源分類方法以下列各項作依據：

- 鑽孔空間
- 區塊模型的垂直部份的多邊形詮釋
- 在地質多邊形建設立體圖形
- 以立體圖形標記內部區塊
- REC-M 變數的整合。

PAH的工作人員審閱了CVRD資源分類程序，並接納了他們的方法為反映一個適當的方法以發展資源模型，該模型會用作長期和短期的礦場規劃。

3.14 資源聲明

Southern Iron項目的總資源資料載於表3-6。資源指估計的材料，而不將目前的計劃礦坑限制考慮在內。所有噸數以濕式基準列報。

表 3-6
Companhia Vale do Rio Doce
南部體系
截至2004年12月31日的估計探明及可能資源

礦場	噸 (百萬噸)	品位
鐵 - 南部體系		含鐵 (%)
Itabira 綜合項目		
Cauê	-	-
Conceição	1,309.0	47.3
Minas do Meio	876.0	57.4
Minas Centrais 綜合項目		
Água Limpa/Cururu (3)	200.0	41.4
Gongo Soco	167.7	53.4
Brucutu	1,031.0	50.0
Baú	42.4	55.7
Maquiné	654.1	55.9
Córrego do Meio	-	-
Mariana綜合項目		
Alegria	527.1	52.6
Fábrica Nova	1,328.1	46.6
Morro da Mina	-	-
Fazendão	708.2	46.0
Timbopeba	683.9	44.7
Capanema/Ouro Fino (4)	-	-
Conta Historia	-	-
Oeste綜合項目		
Córrego do Feijão	124.5	65.8
João Pereira	810.2	43.5
Área 10, Segredo, Ponto 2及3	494.4	47.0
南部體系小計	8,956.5	49.0

附註：

- 1) 除非另有說明，否則CVRD擁有礦場的100%權益
- 2) 噸表示濕式噸位
- 3) CVRD擁有50%所有權
- 4) CVRD擁有51%所有權權益
- 5) 儲量包括在資源總量內
- 6) 推斷的資源不包括在內

4.0 礦業回顧

4.1 一般討論

PAH的工程師和地質學家在2005年3月訪問了CVRD南部體系分部的14個鐵礦資產，其中12個正在運營中，其中一個過去生產規模較小，另一個為未開發的礦產，定於2010年開始生產。

PAH檢查了這些財產，CVRD確定了在四個主要綜合項目內的指定範圍，而其2004年礦石產量 數字（百萬噸）如下：

<u>綜合項目</u>	<u>礦產</u>	<u>2004 年產量</u>
Itabira	Conceição	28.466
	Caué	31.279 *
Mariana	Timbopeba	8.623
	Fazendao	1.229
	Alegria	16.439 **
Minas Centrais	Congo Soco	8.358
	Bau	0.000 (閒置)
	Brucutu	6.002
	Agua Limpa/Cururu	8.396
	Maquine	0.000 (待開發)
Minas do Oeste	Fabrica	16.589 ***
	Corrego do Feijao	<u>7.420</u>
		132.801

* Minas do Meio礦坑供應礦石予Conceição及Caué工廠;Caué礦坑已經關閉。

** 還接收來自Fabrica Nova礦坑（已參觀Fabrica Nova礦坑）的礦石

***由兩個單獨的礦區: Joao Pereira及Segredo組成

可能隨了Bau以外，CVRD南部體系內的所有礦場是（或將會是）大型露天礦，每年能生產數百萬噸的礦石。礦藏的地質情況影響鐵礦開採的方法，也就是說，大部分礦藏均為單斜或陡傾緊密褶皺，而且通常耐風化。因此，進入該礦藏的方式是開採露頭的已暴露含鐵層，然後隨著時間的推移沿山坡向下移動。只有在礦山服務年限的後期才開採一般地形以下的底坑地面，因此需要裝載卡車上山運作。

CVRD配備三種不同大小的機器：

- 1) 大型裝載機和卡車（例如Conceicao），
- 2) 中型機器，如Agua Limpa所見的機器，和
- 3) 小型機器，如Segredo坑所見的機器。公司經營理念一直認為設備的體積與生產速度在一定程度上成正比，如材料的總移動量（礦石和廢料）少於每年2500萬噸，則使用最小型的機器。

承包商在合理範圍內被聘用。大部分的外包業務包括爆破功能，一些業務利用承包公司的小型鑽機、裝載機和卡車進行物料運送。一般來說，這些承包商僅受僱於處理廢料，礦石裝載/運輸由CVRD的人員和設備進行。由於礦石易碎，因此只需偶爾進行鑽爆。如果緊湊型赤鐵礦和緊湊型鐵英岩位於礦坑的邊界範圍，才需要在運輸前作出分離。礦車的任務是將緊湊和易碎的赤鐵礦，以及易碎的鐵英岩交付至破碎機，但在不久的將來若干礦場會通過傳送帶運送到遙遠的工廠。目前，緊湊型鐵英岩不被視為礦石，但在2006年9月前（在Conceicao）對分類模式作出變動後緊湊型鐵英岩會被認可，因此選定數量的這種材料已儲存在坑邊附近，而不是棄置在廢料堆。

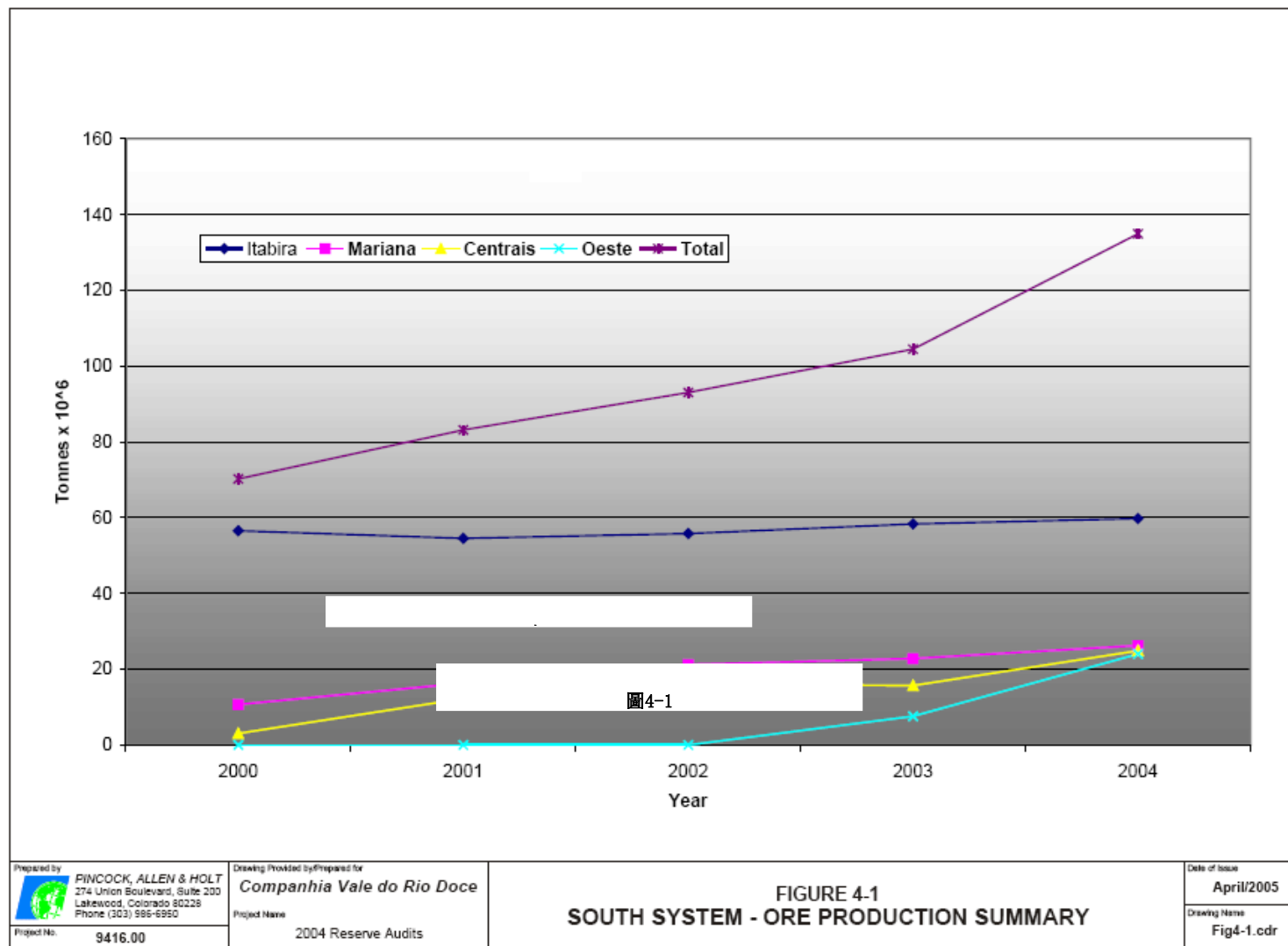
設備會每隔一段合理的時間更換，更換設備的時間差距的衡量方法是根據特定的機器或機隊的運營時數。一些礦坑的設備沒有及時更換，但相信這種情況將在不久的將來得到改善。更換設備所需的資本預測看似充足。按照CVRD的礦坑條件、勞動力價格及原材料單位價格，採礦經營成本似乎合理。

表 4-1 和圖4-1 和 4-2說明了按綜合項目劃分的最近五年內礦石和總運送材料的生產數量，如果將這段時期內的內部擴產和礦產收購包括在內，可以看出，CVRD鐵礦石交貨量增加了百分之 81，從2000年的7000萬噸礦石增至2004年的近1.35億噸，開採的總材料在2004年超過3.36億噸，在過去五年內增加了超過一倍。

4.2 礦山規劃

PAH審查和評估CVRD使用的開發礦坑的方法並對地質和採礦模型所含的塊材給予經濟價值，發現該方法遵循標準的工程/經濟慣例。下文以Fabrica Nova的業務為例，論述有關程序。

Fabrica Nova的情況可能是CVRD南部體系中最複雜的，因為其礦石類型有四種，而且一種或以上的礦物最終會被運輸至六家工廠。



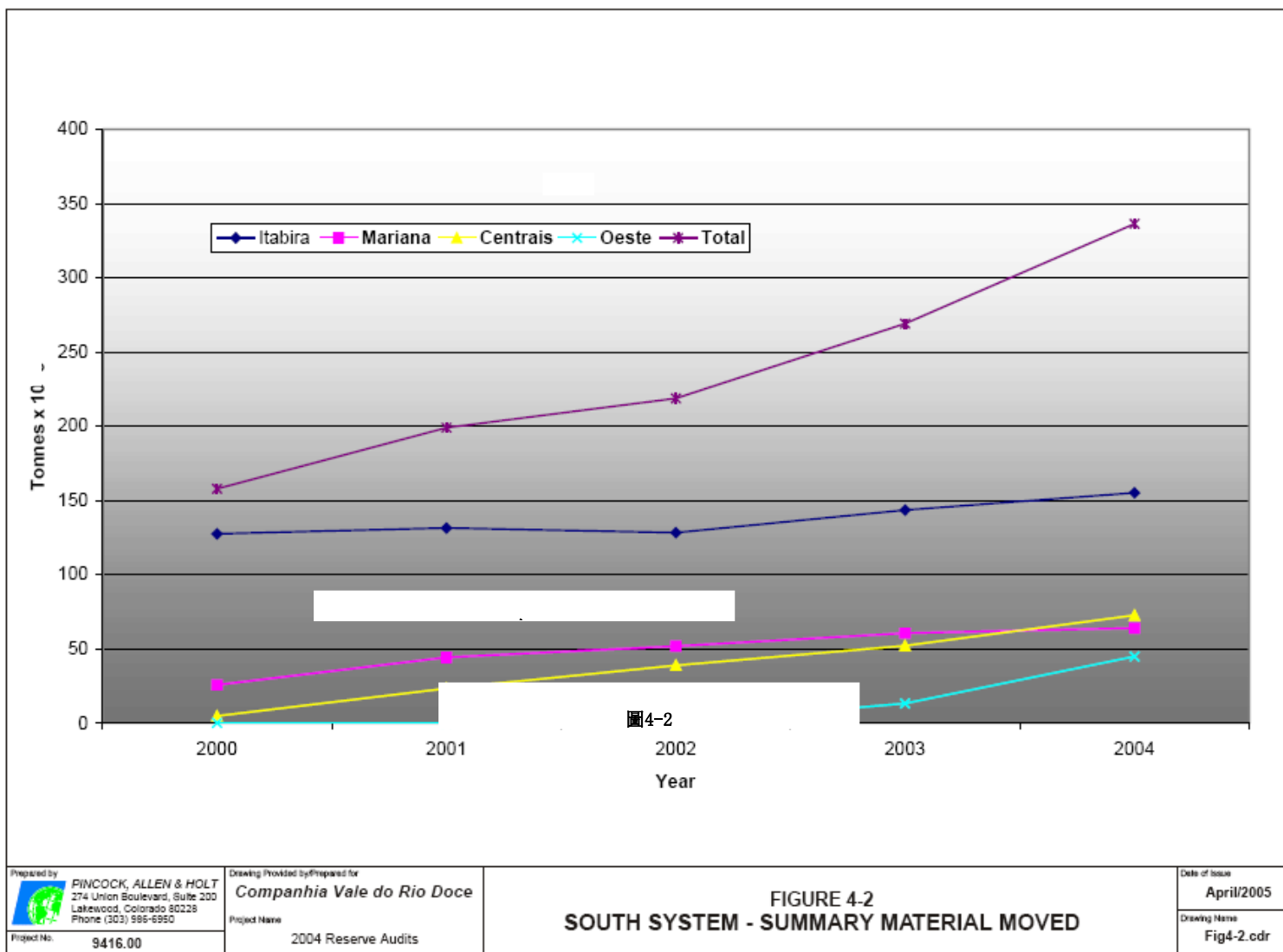


表 4-1

Companhia Vale do Rio Doce

南部體系

已開採物料（百萬噸）

已開採礦石					
綜合項目	2000 年	2001年	2002 年	2003年	2004年
Itabira	56.531	54.567	55.827	58.358	59.745
Mariana	10.677	16.347	21.182	22.841	26.291
Centrais	3.045	12.253	16.016	15.673	24.906 *
Oeste	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>	<u>7.610</u>	<u>24.009</u>
總計	70.253	83.167	93.025	104.482	134.951
已開採礦石及廢料					
綜合項目	2000 年	2001年	2002 年	2003年	2004年
Itabira	127.428	131.392	128.211	143.387	155.085
Mariana	25.683	44.198	51.665	60.485	63.962
Centrais	4.622	23.296	38.826	52.033	72.516 *
Oeste	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>	<u>0.000</u>	<u>13.114</u>	<u>44.861</u>
總計	157.733	198.886	218.702	269.019	336.424

*包括將於2005年結束的Corrego do Meio數字，而且不包括在PAH審查內

礦坑優化和邊界品位分析由資源模型開始，這些模型是爲了礦藏而於早前開發，已確定的礦石類型包括：

- 1) 赤鐵礦，一般含鐵百分之64以上，
- 2) 豐富鐵英岩，鐵的含量大於百分之48，磷酸鹽和錳設上限，
- 3) 劣質鐵英岩，鐵的含量大於百分之35和限制污染物，及
- 4) 針鐵礦赤鐵礦（在某些礦產，一個近地表的風化產物“canga”也可能被抽取出來，以作爲礦料。）一般來說，這些礦石類型偏弱性，在採挖前或需適度的鑽爆。

礦坑的設計是在現階段採挖強性鐵英岩（不論鐵含量），但亦可能在日後某些時候才最終提取這種物質。如果在已規劃的礦坑內遇到必須處理的強性鐵英岩，其可以被送到廢料堆或特定的儲存區，以待日後處理。

根據岩性、原位鐵含量及其他質量因素，對模型中各類塊材的預計可銷售產品作出預測。天然球團礦石需要簡單的破碎和篩選，而燒結飼料產品則需要通過簡單的重力或磁性方法進行較微細的產品分離。球團飼料普遍採用浮選方法從最微小的材料提取。因此，根據礦石被送抵哪個選礦廠以及可銷售的最終產品，不同的加工程序的成本不一。此階段會預測產品回收及每個產品類別的鐵含量。

這種塊材的不同分配方法亦影響開採成本，最顯著的是將原礦交付至各自的礦石傾倒點所涉及的運輸費用。工程部估計運輸距離、卡車有效載荷，卡車週期時間等，以達致礦石和廢料運輸的成本估算，並預測其他相關的開採成本，包括鑽孔，爆破，裝載，道路維修，一般及行政費用等，此外，所有下游的費用納入塊材的成本模型，這些包括有軌車裝載產品、利用鐵路運輸至港口、港口處理和裝卸成本，以及一般企業及行政費用部分。

當前模型的營運成本來自2004年首六個月的實際數據。這些直接營運成本加上採礦的日後估計重置資本及未來的其他估計開支，以便維持（而非擴大）現有的營運水平。表4-2提供了按礦產劃分的2003年和2004年的下游費用和資本分配，以說明該兩個年度的成本水平差異，並展示了CVRD目前所收取的鐵單位價格。由於這些都是美元價格，因此也列出平均匯率（雷亞爾/美元）以作比較。自2003年起，成本和產品價格均上升，這點通常不能單靠匯率的變化而作出預測。

CVRD沒有為公司南部體系鐵礦場進行典型的邊界品位計算及應用。在某些活躍的礦山內，一些礦藏（例如Fabrica Nova）確實有漸進式礦石品位，但在其它業務地帶，材料品位取決於地質材料類型及可能會出現層階式差異。因此，公司對赤鐵礦和鐵英岩礦石類型作出基本區別，此外，亦會進行強弱性能分級，這樣一來，即使嚴格的邊界品位分析結果表明一些硬質材料很可能被提取及出售獲利，但這些材料目前不會被開採和加工。

每一塊材都會進行效益計算，其中包括各塊材的噸數、每類產品中鐵含量的預計收入、將會收回的NPO、SF、或PF數量，以及所獲取的不同產品的美元/鐵單位價格。亦須從收入中扣除上述的所有成本，以計算出每一塊材的淨值。利用Lerchs Grossmann算法使用嵌套礦坑進行最後礦坑的優化，並作出檢查，以確定礦坑範圍內是否有高比例的推斷資源、遞增式剝採比率是否過高，以及有否考慮到實際的邊界限制，例如會否侵佔城址。礦坑優化工序將被採納，該工序包含在開採塊材時的淨現值概念，因而識別出能最大限度地提高經營現金流量的開採次序。

表 4-2

Complanhia Val do Rio Doce

南部體系

外部成本及價格（美元）

所有數目以美元列示

Item	Conceição	Minas do Meio	Alegria/FN/FZ	Timbopeba	Brucutu	Gongo Soco	Agua Limpa	João Pereira/ Segredo
鐵路運輸，元/噸產品	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	2.48
港口，元/噸產品	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	1.60
礦場投資，元/噸已運送	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.21
其他投資，元/噸已運送	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.00
Price NPO, \$/iron unit	0.3129	0.3129	0.3052	0.3097	0.3129	0.3129	0.3129	0.2988
Price SF, \$/iron unit	0.2029	0.2029	0.1952	0.2007	0.2029	0.2029	0.2081	0.2208
Price PF, \$/iron unit	0.2392	0.2392	0.2370	0.2457	0.2392	0.2392	0.2457	0.3729 *
匯率（雷亞爾/美元）	3.058							
2004								
Item	Conceição	Minas do Meio	Alegria/FN/FZ	Timbopeba	Brucutu	Gongo Soco	Agua Limpa	João Pereira/ Segredo
Rail Transport, \$/t product	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	2.58
Port, \$/t product	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	1.59
Mine Invest., \$/t moved	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Other Invest., \$/t product	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.00
Price NPO, \$/iron unit	0.3663	0.3663	0.3573	0.3626	0.3663	0.3663	0.3663	0.2833
Price SF, \$/iron unit	0.2450	0.2450	0.2357	0.2424	0.2450	0.2450	0.2489	0.3635
Price PF, \$/iron unit	0.2744	0.2744	0.2719	0.2818	0.2744	0.2744	0.2818	0.5154 *
Exchange Rate (R\$/US\$)	2.861		*以球團（而非球團飼料）形式出售					
			* sold as pellets rather than pellet feed					

最終的設計礦坑被制定，並執行礦山時間表，該時間表列出按年的材料變動細節及提供總產品交付量預測。價格及相關的成本在一個固定美元的基礎上予以分配，所得稅率為百分之 34。使用百分之十二的CVRD資本加權平均成本，扣除標準的稅後現金流量淨值。內部收益率也在這個時候計算，因此，南部體系內每項業務的經濟參數可隨時檢討和比較。

PAH認為CVRD遵循的方法是合理的，並已按照公認的工程慣例加以應用。所有業務都表現出正面的效益/成本比率，這主要基於2004年年底當時的價格結構和實際的經營成本，因此，有關將設計礦坑內若干材料類型分類為礦石的經濟測試已經達標。

表 4-3 提供南部體系的全部礦產的數據概要，顯示預計的最高生產率（按目前的設想）、剩餘儲量的統計及預計結束日期。所有這些數字可能會作出改變，當然，這取決於未來的市況、額外的礦產鑽探，以及是否可以獲得企業資本。然而，2004年的最高年產量預測與本節第一頁顯示的2004年產量數字比較，肯定說明了在中短期內CVRD正面對鋼鐵的高需求，並且將繼續擴大其營運規模。

4.3 礦坑、廢料場和尾礦岩土工程

自 2001 年以來，CVRD南部體系有包括15名岩土工程師、工程地質學家和水文學家在內的內部地質工程人員，負責勘測、設計和監測所有礦井斜坡、礦山廢料堆放場，尾礦庫、水庫和泥沙庫。四個採礦綜合項目擁有土工人員，他們負責日常的監測和對綜合項目的具體方面做出評價。此外，CVRD聘請外部顧問完成項目以及就所有水壩，廢料場和礦坑斜坡進行每年一度的第三方技術審核。

斜坡的岩土工程方案與地質勘探工作相結合。遵照國際岩石力學學會和巴西環境與工程地質協會訂立的所有步驟，所有回收的岩芯鑽探的地質特徵均予以記錄。記錄和分類系統已被修改，以增加一個現時鐵礦層常見的低強度岩石類別。設計分析主要集中在旋轉和平面邊坡破壞模式。礦坑邊坡設計工作以分階段的方式進行，由長期開採工作人員輸入資料，以便從岩土穩定性和開採的實用性方面制定出最理想的礦坑設計。

表 4-3

Companhia Val do Rio Doce

南部體系

儲量概要

Complex	Mine	Maximum Scheduled Ore Production, million tonnes	Reserves as of 1/1/05 million tonnes	Grade, %Fe	Forecast Project Closure Year
Itabira					
	Conceição	30.7	425.7	54.5	2023
	Mi leio	32.6	587.9	53.3	2020
	<i>Subtotal</i>	63.3	1,013.6	53.8	
Mariana					
	Alegria	10.4	212.9	53.5	2024
	Fábrica Nova	26.4	1,046.5	47.1	2034
	Fazendão	13.8	353.7	50.1	2032
	Tir	8.1	88.1	55.3	2008
	<i>Subtotal</i>	58.7	1,701.2	48.9	
Minas Centrais					
	Brucutu	34.0	745.6	51.9	2027
	Aqua Limpa #	7.9	70.9	45.0	2013
	Gongo Soco	9.2	108.1	59.2	2009
	Maquiné	11.4	278.7	58.3	2027 **
	Ba	-	37.1	55.7	***
	<i>Subtotal</i>	62.5	1,240.4	53.7	
Minas do Oeste					
	Córrego do Fajão	8.2	20.5	66.9	2012
	Segredo	included with João	118.7	57.3	2025
	João Pereira		404.6	49.0	2025
	<i>Subtotal</i>	23.8	543.8	51.5	
	TOTAL	208.3	4,499.0	51.7	

*Minas do Meio供應礦石予Conceição及Caué加工廠

**新項目預計在2010年開始運營

***目前沒有生產計劃

CVRD控制所述儲量的50%

地下水是礦坑邊坡的穩定性的一個關鍵因素。已經實施的脫水措施包括橫向排水、深層脫水井及深坑污水坑。礦坑內的監測系統包括水壓計和測量斜坡移動的勘查稜鏡標誌。在關鍵地區或移動速率較高的地區會安裝傾斜儀。

新廢料場的設計重點是提供地基排水，以控制廢料場內水流的活動，保證廢棄物料和地基土壤具備足夠的穩定性及地表水的控制，以控制水土侵蝕和地表水的滲透。每個新的廢料堆放場均會完成岩土特徵計劃，以及制定出具體的設計方案。

設計新的尾礦和泥沙庫，或CVRD的員工與外部顧問合力將現有的尾礦和泥沙庫的高度加高。有關程序乃按照獲認可的圍護結構工程慣例而實施。

基於CVRD收購的礦產數目，而且在部分礦產開採工作已開展了一段時間，因此有關廢料堆放場和庫區的已建數據充滿變數。CVRD目前正在評估歷史數據以及與績效檢查數據合併，以便能更好地理解現有設施的設計和建造。

5.0 南部系統礦石加工

5.1 流程概述

南部系統的礦石是在18條獨立加工線（由數家公司在一定時間內構建）進行處理。每家工廠有多條生產線可處理兩大礦石類型：赤鐵礦和鐵英岩。此外，多年來每家工廠都進行了修改和現代化，以適應不斷變化的礦石性質，並採用新技術。每家工廠反映出所設計礦石的特征、公司在建廠時的設計理念以及不斷變化的市場需求。每家工廠均有兩條或更多生產線可處理都赤鐵礦和鐵英岩。礦石儲量審計涵蓋的工廠列於表5-1。有關各家加工廠更詳細說明列於本報告第8條。

表5-1

Companhia Vale do Rio Doce

南部系統

生產設施

綜合項目	礦山	加工廠
Itabira	Caué Minas do Meio	Caué- MEC II Caué – 赤鐵礦生產線 Caué – 鐵英岩生產線
	Conceição	Conceição- 藍塵生產線 Conceição- 赤鐵礦生產線 Conceição- 鐵英岩生產線
Mariana	Fazendão	Samarco* Fazendão
	Alegria	IBMI IBMII IBMIII
	Fábrica Nova**	IBMI Fábrica Nova Timbopeba
	Timbopeba***	Timbopeba
Minas Centrais	Água Limpa	Água Limpa
	Brucutu	Brucutu****
	Gongo Soco	Gongo Soco - 赤鐵礦生產線 Gongo Soco – 鐵英岩生產線
Minas do Oeste	João Pereira	Fábrica
	Segredo	
Córrego do Feijão		Córrego do Feijão

* 礦石會被出售並直接運到Samarco（獨立公司，不計入審計）。

** Fábrica Nova於2005年第2季度開始向Timbopeba工廠供應礦石。

*** Timbopeba礦山計劃於2008年關閉。

**** Brucutu選礦廠正在建設中，預計於2006年一季度啓動。目前生產粉碎的和太塊赤鐵礦礦石。

南部系統生產三種一般類型的產品：

天然顆粒礦石(NPO)是一個通過破碎和篩分製作的大小相近的物料。顆粒大小分佈是+42毫米，但是不同工廠之間存在不同。NPO包含約67%的鐵和約4%的二氧化矽。其用作煉鐵程序的直接原料，或高爐（BF）原料，或直接還原煉鐵（DRI）的原料。

燒結礦粉（SF）也是大小相近但是較幼的礦粉，通過若干方法包括破碎、篩分、分級（用液壓氣旋和分離器）。此外，SF還由重力和磁分離方式生產。典型的SF大小分佈是-12毫米至+0.015毫米。化學分析一般是約67%的鐵至3-4%的二氧化矽。在煉鐵過程中，會在煉鐵設施中將SF加入到燒結中。破碎後大小相近的燒結會被輸送到高爐生產生鐵。

球團礦粉（PF）是任何CVRD加工廠生產的最後產品。它須經過最強化的加工。它是採用SF準備生產線的尾礦生產。通過磁分離浮選、精細篩分及旋流程序生產PF。其分布為-0.15毫米至+0.015毫米，比較精細。鐵含量可根據市場需求而不同。鐵含量從67%至69%不等。二氧化矽含量從3%-4%至低於1%不等。PF是一個中間產品，可轉換成顆粒，在高爐或DRI中變成生鐵。

不同工廠的顆粒大小分佈及產品分析不同，取決於礦體、工藝流程及市場。

CVRD於其位於Fábrica和港口位置的加工廠生產球團。另一個獨立於南部系統的部門運營球團加工廠、港口運營及產品銷售。位於里約熱內盧的戰略規劃小組制定礦山建模中所使用長期規劃的產品的轉讓價格。在計算地質塊體模型的優勢所使用的價格與公佈價格密切關聯。

由於CVRD利用多種不同技術生產各種產品，計算優勢是一個複雜的過程。CVRD使用基於實驗室測試和工廠數據的程序。一個具有代表性的鑽芯（60磅）在實驗室顎式破碎機中被壓碎，開口設定為76毫米（3英寸）。被壓碎鑽芯為8毫米、1毫米及0.15毫米大小切面。每個粒度級份額已進行鐵、錳、二氧化矽、氧化鋁及磷分析。化驗放映分析為採用一系列數學計算方式預計產品品位和回收率提供基準。

第一步是調整粉碎岩芯份額的分析，以反映礦石混合堆所含礦石的成分。破碎廠變更粒度級份額的成分。校正係數是通過17個大型工廠測試得出。該系數以基於工廠數據的後台計算程序每年更新一次。

各類產品的回收率和品位是通過將工廠材料平衡數據應用至調整後岩芯分析得出計算。該程序要求對各種產品的品位和回收率作出假設。在任何情況下，該等估計是基於大規模工廠的表現。在一般情況下，工廠數據以一種保守的方式在應用。在某些情況下，特定產品的品位被假定為常數。在另一種情況下，品位與回收率被視為常數。在部分浮選生產線（例如Fábrica Nova），回收率被預計為浮選原料的鐵含量的一個函件。在此情況下，使用源於工廠數據的回歸分析的一個數學表達式。

物料平衡是基於利用稱重器、密度計及流量計的廠內措施。物料平衡所使用分析是源於從詳細抽樣程序後常規間隔中採用的樣本。大多數流程為手動採樣，但自動取樣器正被越來越廣泛的應用。進行計算時使用的化學分析是在設備良好和擁有豐富經驗員工的實驗室中完成。所採用方法是合適及可以接受的程序。所使用QA/QC程序都相當不錯。

總之，產品回收率和品位的預期是利用最佳可用數據在工程判斷中行使。PAH認為該方法遵循了類似鐵礦石加工設施的良好工程操作，而結果公平地顯示了在特種礦體被開採和加工時的預期表現。

5.2 礦石類別

南部系統的礦石類型（實際上是整個鐵四邊形地區）被歸類為赤鐵礦、鐵英岩和鐵角礫岩。本報告第2節從地質角度詳細討論了礦石類型。赤鐵礦通常包括大量高品位物料，幾乎不需要除破碎和分級以外準備就可生產出可銷售產品。此外，通過鐵英岩密集浸出形成的精細的高品位赤鐵礦在地形表面附近被發現。在某些情況下（Conceição藍塵），這種細粒高品位赤鐵礦已被開採和銷售。礦物學中，赤鐵礦石類型包括鏡像赤鐵礦和／或假象赤鐵礦。鐵品位介於60和69之間。帶狀赤鐵礦另一個子類型需要更多加工以更新鐵和二氧化矽（主要污染物）。

鐵英岩為帶狀鐵構造，主要由赤鐵礦組成，其中包含相當分量的kenomagnetite、假象或殘餘磁鐵礦。主要污染物是石英。鐵英岩是作為易碎或緻密狀存在。緻密狀類別目前還不能視為礦石，儘管其代表了未來加工的資源。鐵英岩的鐵品位從20%至60%鐵不等。易碎鐵英岩的品位必須超過45%鐵才會被視為礦石。

5.3 加工注意事項

對於南部系統加工十分關鍵的礦石特點是：

- 高鐵含量
- 主要污染物（矽）高度稀少的粗礦石紋理。
- 赤鐵礦含有磁性。

Itabira綜合項目的Conceição工廠的特徵是含有赤鐵礦和鐵英岩的南部系統礦石的典型流程圖，謹此討論旨在提供對南部系統所應用加工技術的全面審查。這家工廠生產大約22百萬噸NPO、SF及PF。其採用破碎、篩分、重選、磁選、浮選及浮選精礦細選。Conceição工廠被劃分為兩大部分：破碎和加工。圖5-1為Conceição破碎廠的一處簡化流程圖。圖5-2為簡化加工廠流程圖。

表5-2總結了Conceição工廠的2004年產量（按產品分）。

表5-2

Companhia Vale do Rio Doce

南部系統

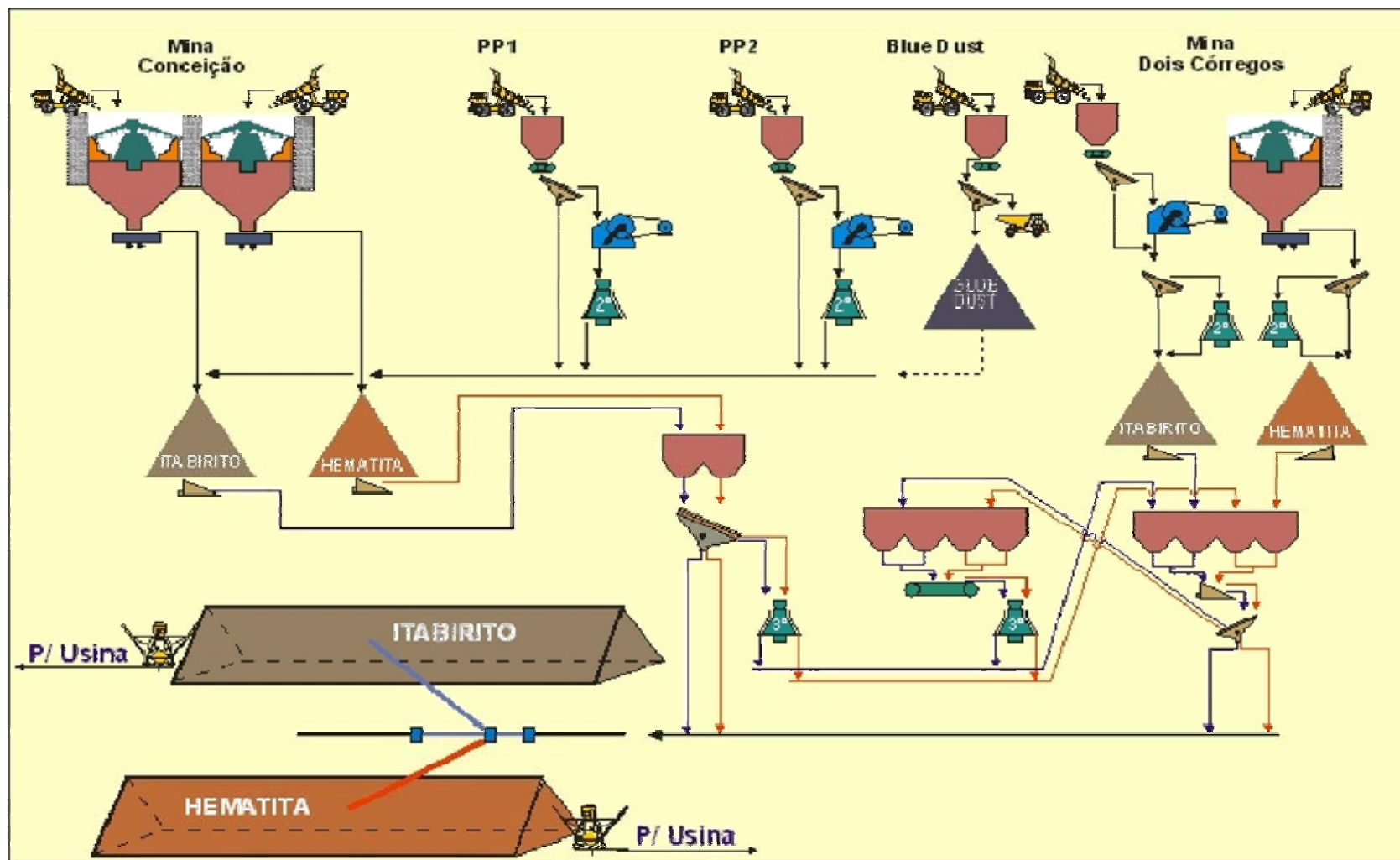
Conceição工廠2004產量（按產品分）

產品	公噸
天然顆粒礦石	45,908
燒結原料	10,360,597
球團原料	11,161,991
合計	21,568,496



Companhia
Vale do Rio Doce

BRITAGEM - COMPLEXO CONCEIÇÃO



翻譯

葡萄牙語	英語
Alimentador	Feeder
Amido	Starch
Amina	Amine
Barragem	Dam
Beneficiamento	Beneficiation
Britagem	Crusher
Cal	Lime
Clasificador	Classifier
Coluna	Column
Concentrao	Concentration
Concentrado	Concentrate
Condicionador	Conditioner
Convencional	Conventional
Deslamagem	Deslime
Espesador	Thickener
Espiras	Spirals
Estacagem	Storage
Filtro vertical	Disc filter
Finos	Fines
Floculante	Flocculent
Flotacao	Flotation
Fluxograma	Flow diagram
Fracao	Fraction
Grossos	Coarse
Heamatita	Hematite
Itabirito	Itabirite
Jones	Jones separator
Lama	Slime
Magnetica	Magnetic
Maagem	Grinding
Minerio	Ore
Peneiras	Screen
Pila pulmao	Surge pile
Primaria	Primary
Rejeito	Reject (tails)
Rota alternativa	Alternative route
Secundaria Soda	Secondary
Tanque	Soda ash
Tercaria	Tank
Tratamento	Tertiary
Vibratorio	Treatment
	Vibrating

編製者



PINCOCK, ALLEN & HOLT
274 Union Boulevard, Suite 200
Lakewood, Colorado 80228
電話: (303) 986-6950

圖片提供者/編製者

Companhia Vale do Rio Doce

項目名稱

2004 年儲量審計

圖 5-1

南部系統 - CONCEICAO 破碎生產線

發佈日期

2005年4月

圖片名稱

Fig5-1.cdr

項目編碼

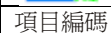
9416.00



PORTUGUESE	ENGLISH
Alimentador	Feeder
Amido	Starch
Amina	Amine
Barragem	Dam
Beneficiamento	Beneficiation
Britagem	Crusher
Cal	Lime
Classificador	Classifier
Coluna	Column
Concentrao	Concentration
Concentrado	Concentrate
Condicionador	Conditioner
Convencional	Conventional
Deslamagem	Deslime
Espesador	Thickener
Espiras	Spirals
Estacagem	Storage
Filtro vertical	Disc filter
Finos	Fines
Floculante	Flocculent
Flotacao	Flotation
Fluxograma	Flow diagram
Fracao	Fraction
Grossos	Coarse
Heamatia	Hematite
Itabirito	Itabirite
Jones	Jones separator
Lama	Slime
Magnetica	Magnetic
Maogem	Grinding
Minerio	Ore
Peneiras	Screen
Pila pulmao	Surge pile
Primaria	Primary
Rejeito	Reject (tails)
Rota alternativa	Alternative route
Secundaria	Secondary
Tanque	Soda ash
Tercaria	Tank
Tratamento	Tertiary
Vibratorio	Treatment
	Vibrating

1. /Dessouca/1 - Bussoc11102001

Fig5-2.cdr



9416.00

2004 年儲量審計

5.3.1 破碎

破碎廠接收礦石、粉碎和篩選混合儲存的各種礦石類別作為選煤廠的原料。Conceição工廠的礦石交付和初級破碎作業十分複雜。其涉及由240噸容量卡車直接交付及由傳送帶從近坑式破碎機運送至廠區（PP1和PP2）。此外，Mina Dois Córregos 破碎廠也在使用。將現有廠房的加工設施投入新經營是CVRD運作的一個標誌。此外，接收高品位精細赤鐵礦（藍塵）並持有用於運輸或進一步加工。

Conceição 破碎廠

使用兩條平行生產線用於粉碎赤鐵礦和鐵英岩。採用旋回破碎機作初級破碎。大型礦山運輸卡車將裝載物直接傾倒至破碎機。Conceição採用1,372毫米（54英寸） x 1,900毫米（74英寸）旋回破碎機。破碎機排放物料用於兩個分開的赤鐵礦和鐵英岩物料堆。就此而言，礦石被單獨粉碎和篩選，並單獨發送到混合堆。礦石通過振動給料機從物料堆退出，並通過4.9米（16英尺）雙層脈動流振動篩轉成至四個2.4米（8英尺）礦石。頂板配備75毫米和160毫米方形開口。底板配備42毫米方口。超大篩選平臺被分離為兩個84英寸液壓破碎機。破碎機產品被回收到破碎第三平臺，包括在封閉生產線運作的兩個84英寸液壓破碎機，配備四個2.4米（8英尺） x 6米（20英尺）脈動流振動篩。兩個振動篩的尺寸不足相互結合，可傳送到堆垛機以建立混合堆為加工廠供應原料。中間產品-75毫米至+42毫米可運輸至存儲堆用於生產NPO。

Dois Córregos 破碎廠

Dos Córregos破碎廠使用1,372毫米（54英寸） x 1,900年毫米（74英寸）旋回破碎機壓碎赤鐵礦礦石。破碎機排放物料篩選是通過2.4米（8英尺） x 4.9米（16英尺）單層脈動流振動篩，其配備100毫米（4英寸）和76毫米（3英寸）平方開口。振動篩大小最高為2,133毫米（84英寸）液壓破碎機。粉碎產品通過篩選口被傳達到赤鐵礦物料堆。

鐵英岩ROM是在一個固定破碎設施上篩選，設施設定為40度角，開口為8,400毫米 × 6,100毫米。破碎設施是通過一個2.4米（8英尺） x 4.9米（16英尺）單層脈動流振動篩篩選，配備100毫米（4英寸）和76毫米（3英寸）方形開口。大型篩選口被壓送至顎式破碎機並送至振動篩。大型篩選口最高為2,133毫米（84英寸）液壓破碎機。小型篩選口的破碎產品被傳達至鐵英岩物料堆。赤鐵礦和鐵英岩分別從振動給料機出來，並運輸至上述第三破碎廠。

其他

PP1和PP2以類似方式向其他鐵英岩破碎生產線供應，二者都為Conceição第三生產線供應原料。藍塵已被篩選以消除腫塊和庫存並分開裝運。

混合

加工是通過統一原料的一個常數供給率實現。因此，CVRD已採用一種理念，即為加工廠建設大型混合原料存量堆。堆是通過Salzgitter堆垛機創建，該堆垛機可創建windrows年代礦石，每個都傳遞建議堆的長度。Windrows連續通過堆垛機並在各自頂上相互堆放。

5.3.2 Conceição加工廠

工廠第一期設有兩條獨立的加工生產線，可生產各種礦石類型。該生產線在常見程序的幾個點合併。

赤鐵礦生產線 - 精細

回收的礦石被送入一個單層振動篩，其配備12毫米和1.6毫米方形開口。篩選口採用迴圈加工水進行濕式操作。+12毫米開口與類似濕式篩分操作的8毫米相結合用於鐵英岩礦石，並送至再破碎廠。

-12毫米 x 1.6毫米份額被收集作為燒結原料產品(SF5)。-1.6毫米被送至螺旋分離器。分離器產生的泥沙通過一個篩選口脫水並收集為SF2。

分離器溢出物被抽到兩個階段的旋風粉碎機：380毫米（15英寸）和152毫米（6英寸）。溢出物送至尾礦增厚機。加厚的尾礦被抽到尾礦池。增厚機溢出物可回收作為加工用水。

從鐵英岩篩選口出來的12毫米份額再加上8毫米份額被傳達給再破碎廠。合併後溢出物在一個配備8毫米開口的振動篩進行濕式篩選。大型篩選物被傳遞到帶有篩選口的封閉生產線運用的2,133毫米（84英寸）的Gyradisc破碎機。小型篩選物被傳遞至一個脫水篩選口，並作為SF7收集。分離器溢出物被抽到一個脫水式旋風粉碎機。溢出物被回收作為加工用水。未被溢出物被抽到調節器為浮選生產線提供原料。

鐵英岩加工 - 精細/重力

低品位鐵英岩開始與赤鐵礦的處理方式相同。物料是在一個甲板振動篩上按8毫米和1.6毫米進行濕式篩選。先前已討論+8毫米被傳遞到再破碎生產線。-8毫米至1.6毫米被抽到一套Rehmer夾具組合，從鐵礦分離石英。夾具內剩餘物被傳到脫水篩選口，並收集為另一個燒結原料產品(SF1)。夾具溢出物按照1.2毫米進行篩選，大塊物料用卡車運走用於建築或處置。篩選口小型篩選物在螺旋分離器中脫水。溢出物被抽到尾礦增厚機，砂被抽至尾礦池。

磁分離

南部系統所有CVRD加工廠都採用磁分離。所使用磁選機的類型取決於礦石的礦物學研究。對於含有磁鐵和／或磁鐵礦的礦物，小型或中等磁分離足以達到良好的回收率。南部系統使用的分離機包括鼓分離器和「黑色車輪」分離器。含有赤鐵礦和／或假像赤鐵礦的礦石要求較高的磁場強度來回收鐵。Jones磁選機可提供充分磁場強度而成功做到這一點。

從主鐵英岩篩選口出來的-1.6毫米物料被抽入四階段旋風破碎機以準備作進一步處理。第一階段包括一個660毫米（26英寸）旋風破碎機。剩餘物被送至一個磁選機(Coarse Jones)。第二階段為508毫米（20英寸），剩餘物更細，被送至一台不同的Jones磁選機(Fine Jones)。第三階段為381毫米（15英寸），剩餘物被送至進行粗級浮選。

浮選

浮選是一種選礦技術，礦物顆粒通過其在泥漿中附著氣泡的能力分離。有機、表面活性劑使這成為可能。當空氣被注入以這種方式處理的含有礦物質的泥漿時，處理後的礦物質附著在氣泡上，並浮到面上，而泡沫則被移除。

在Conceição，石英從泡沫（從餘下鐵礦物中分離）中清除。四元胺是用作石英的收集劑。澱粉用作鐵礦物鎮靜劑，而pH值受到嚴格控制以促進分離。出現的泥阻礙了浮選過程。因此，泥漿在浮選之前在旋風破碎機中脫泥。

脫泥浮選原料要加入試劑，而泥漿的pH值應在攪拌調質器中調整。經調質的泥漿被抽至大型柱狀浮選密室。柱狀密室是包含泥漿的高大圓柱。空氣注入其底部，經過長期通行至表面，形成含有石英的泡沫。該密室剩餘物（富含鐵）被傳送到第二個階段的柱狀密室。最後密室剩餘物進行脫水和過濾。該產品為球團原料(PF)。

含有泡沫的石英在機械攪拌浮選機中得到清洗，以消除夾帶的鐵。這一步生成最終尾礦和含鐵中間物。中間物得到回收，而尾礦被抽到尾礦池。

5.4 經營成本

南部系統加工礦石的單位經營成本較低，因為礦石是高品位，獲得高產量開採材料（75至100%），可直接作為產品交付。礦石較軟，粒子粗，多數需要磨削。當進行磨削時，額度溫和。清潔後高品位礦石需要以非常大規模的簡單處理。該程式高度自動化，不需要太多人手操作。

表5-3列示了一份2000年至2004年6月經營成本概要（按綜合項目分）。對於2003～2004年期間，直接經營成本（不包括管理和折舊）區間為每噸產品1.00美元～1.32美元。

表5-3

Companhia Vale do Rio Doce

南部系統

加工成本 美元／噸產品

	2004(2)	2003	2002	2001	2000
ITABIRA					
破碎	0.26	0.21	0.19	0.23	0.22
精選	0.88	0.7	0.59	0.71	0.71
庫存／裝車	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03
加工總量	1.21	0.95	0.81	0.97	0.96
MARIANA					
破碎	0.45	0.52	0.44	0.54	0.44
精選	0.61	0.63	0.55	0.55	0.5
庫存堆／裝車	0.11	0.15	0.13	0.1	0.07
加工總量	1.17	1.3	1.12	1.19	1.01
MINAS DO OESTE*					
破碎	0.33	0.25			
精選	0.55	0.53			
庫存堆／裝車	0.35	0.21			
加工總量	1.23	0.99			
MINAS CENTRAIS					
破碎	0.35	0.32	0.28	0.16	0.19
精選	0.82	1.04	0.78	0.82	0.17
庫存堆／裝車	0.15	0.14	0.12	0.1	0.11
加工總成本	1.32	1.5	1.18	1.08	0.47

* Minas do Oeste 綜合項目於2003年被收購

Itabira綜合項目包括Caué和Conceição加工廠。該等加工廠的經營成本載於表5-4。4.5年期的總加工成本為0.80～1.21美元。

表5-4

Companhia Vale do Rio Doce

南部系統

加工成本 - Itabira 綜合項目

	成本 - 美元／噸(1)				
	2004(2)	2003	2002	2001	2000
破碎					
勞工	0.03	0.02	0.05	0.07	0.08
物料	0.12	0.09	0.08	0.08	0.07
電力	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02
合約	0.07	0.06	0.04	0.05	0.03
其他	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
小計	0.26	0.21	0.19	0.23	0.22
精選					
勞工	0.17	0.14	0.17	0.20	0.20
物料	0.36	0.30	0.23	0.30	0.30
電力	0.20	0.17	0.08	0.09	0.09
合約	0.14	0.08	0.06	0.07	0.06
其他	0.01	0.01	0.05	0.05	0.06
小計	0.88	0.70	0.59	0.71	0.71
庫存堆／裝車					
勞工	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
物料	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01
電力	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
合約	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
其他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
小計	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03
加工總量	1.21	0.95	0.81	0.97	0.96

(1) 無折舊

(2) 1月至6月

勞工成本已從2000年的30％下降至目前約16％。物料成本、生產線備件、試劑等成本近幾年輕微上升，略超過總成本的40％。電力在過去兩年飆升8-10％至約20％。維修費用也大大增加。維修費用都計入類別合約。該類別包括其他較小項目的維護和採樣。

表5-5

Companhia Vale do Rio Doce

南部系統

Itabira綜合項目經營成本

類別	2004	2003	2002	2001	2000
	百分比				
勞工	16.53	16.84	28.40	28.87	30.21
物料	42.98	44.21	39.51	40.21	39.58
電力	20.66	22.11	12.35	12.37	12.50
合約	18.18	14.74	12.35	12.37	9.38
其他	1.65	2.11	7.41	6.19	8.33
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

6.0 基礎設施

南部系統礦山都位於Belo Horizonte半徑120公里內。該大型支持中心可以隨時提供服務和供應商。Minas Gerais州的採礦活動量，為南部系統礦山提供了強有力的後勤支持基礎。

6.1 運輸

該地區擁有連接城鎮和城市的多條鐵路和公路，以及飛往Belo Horizonte的定期航班服務。大多數國際航班可以通往聖保羅或里約熱內盧。

所有經營礦山（除Gongo Soco外）都比較接近已鋪設的公共道路。通過約12公里的全天候非柏油道路可通向Gongo Soco。預計並無季節運輸限制。

產品通過鐵路運到三大港口設施之一。從Itabira、Minas Centrais和Mariana綜合項目的產品被運到Tubarão港口，但Minas Oeste綜合項目的產品可運到Volta Redonda或Sepetiba港口。港口設施包括最終產品調合設施以及火車裝卸和裝船設施。PAH尚未考察港口設施。

6.2 員工住房和服務

在礦山附近的社區內可為員工提供當地住房，因此南部系統不提供員工住房。那裏擁有足夠的學校、醫療服務及商業為工人服務。礦址設有醫療設施以處理突發事件，但Belo Horizonte及Mariana市也擁有醫療設施，可支持礦井的需要。

6.3 通訊

電話：通訊便利，可通過固定電話線及無線訊號塔提供電話服務。各作業礦點均可使用互聯網通訊。

6.4 供水和污水處理

加工用水主要來自地表水，其中相當部分來自循環尾礦池或地表蓄水池的蓄水。

6.5 電力

所有礦址均可使用國家電網的電力。據悉電力供應相當可靠，不會影響操作。

6.6 燃料

柴油燃料被卡車運至礦山。各礦山設有現場散裝儲存設施。

6.7 礦址基礎設施

各礦山的設施包括：

- 維修站
 - 焊接車間
 - 重型和輕型汽車維修
 - 輪胎站
 - 卡車清洗
- 倉庫
- 辦事處
 - 人員
 - 管理
- 通道
- 門診療診
- 中心餐館
- 一般服務
 - 車輛和公共汽車
- 安全
- 消防站及消防車
- 變電和配電站
- 產品運輸系統

7.0 環境、健康與安全

儲量審計的環境、健康與安全（EHS）部分旨在確定可能影響CVRD挖掘其申報儲量的能力的環境或健康和​​安全問題，或對南部系統採礦作業的持續經營能力是一個重大責任和風險的EHS問題。在此情況下，儲量審計的EHS組分部分並無涉及詳細審計關於EHS管理的所有程序、活動及記錄，而是集中於確保已採取適當措施識別、監測和處理EHS風險和影響。

PAH對EHS審計的方法涉及關注以下三大事項：

- 關於許可證：是否所有已取得的重大法律和環境許可證可允許CVRD開採其宣布的儲量
- 關於管理：是否擁有EHS管理體系，其是否在運作
- 關於監測和合規：是否其許可證規定的環境參數得到監測，其經營是否受到管制行動以防止不合規

在進行本項審計時，PAH依賴CVRD提供的信息和數據，同時，加上我們實地考察所有礦山及相關設施時，觀察所得的資料。我們已與負責管理EHS事務的CVRD代表舉行會議和訪談。工作範圍並不包括與監管機構確認合規事項。

7.1 法律和許可

聯邦、州及地方政府對自然保護、土壤及自然資源保護、環境保護與污染控制均設有監管機構。對於南部系統（全部位於Minas Gerais州）運作，環境許可證需通過國家環境與可持續發展局（SEMAD）局長的批准，並通過國家礦產部（DNPM）的聯邦監管。

7.1.1 監管架構

在1988年巴西聯邦憲法中，礦產資源被定義為聯邦政府的資產。礦山合法權利被巴西聯邦政府根據《巴西採礦法》（初始於1967年2月28日根據第227號法令頒佈）以採礦法令的形式責令給礦業公司。地表權與礦產權分離，因此，一家企業實體可以從聯邦政府持有有效的採礦權，但仍需和地表權持有人進行合法談判。

《巴西採礦法》自通過以來已經多次修訂，規定發放勘探許可證以及採礦權許可（採礦法令），該法令是在項目的倡議者說明專案的技術和經濟可行性後出臺。該採礦法令和相應的環境許可證構成開採礦產儲量的權利基準。採礦法令被授予為特定地區及特定礦物開採。負責發放採礦權的聯邦政府部門是國家礦產部（DNPM）。通過採礦法令賦予的採礦權可經DNPM批准後轉讓。通過收購南部系統的八項開採業務，CVRD獲得了該等礦產的採礦法令轉讓權。

除採礦法令外，必須獲得其他監管部門的批准，以處理開採項目時涉及的環境和社會影響。此外，聯邦、州及地方政府對自然保護、土壤及自然資源保護、環境保護與污染控制均設有監管機構。對於南部系統（完全位於Minas Gerais州）的運作，環境許可證需通過國家環境與可持續發展局（SEMAD）局長的批准。國務環境保護政策局（COPAM）負責制定環境質量的技術規範和準則。國家環境基金會（FEAM）在批准採礦作業上是SEMAD的領導機構，在COPAM的領導下審批礦產操作。FEAM負責審查和評估採礦項目，以確認建議的礦產開發符合由COPAM制定的環保政策。作為監管審查程序的一部分，國家林業研究所（IEF）及水管理研究所（IGAM）分別負責審查和評論與農業、林業及水資源相關的問題。

新的採礦經營（如Maquiné）的環境許可證按以下三個階段獲得：

- 在已經提交建議專案的基本情況，並被認為就該項目將遵守COPAM的技術規範和準則提供足夠保證時提供初步許可證(LP)。
- 當完成該設施的詳細設計並判定符合項目目標（LP中定義）時提供安裝許可證。
- 當項目已建成投產，並已確定該設施符合要求的規範和標準時提供經營許可證(LO)。LO的最低期限為4年，而確定可能具有較小環境影響的項目可指定為期限8年。LO的重啓或續期要求提交環境控制的有效性和提出修改的計劃（如果在續期時作業不符合要求）。

由於環保規定和要求是在80年代後期到90年代制定，有必要恢復在此之前已在經營的礦山牌照。1994年，礦業公司被要求必須通過發放整改經營許可證(LOC)使其業務合法化。作為本程序的一部分，採礦作業都必須提交計劃，以解決環保法規中任何不足之處，並給出四年時間完成該計劃確定的項目。如果項目在四年期末尚未完成，礦業公司必須說明為什麼項目尚未完成，並提供已完成項目的文件。

在續期LO或LOC時應提交一份環境評估表現報告(RADA)，其提供和分析了環境控制，並且（如果適用）對環境管理和控制制度提出修改建議。

作為發牌程式的一部分，必須進行環境影響分析。該分析的詳細水平是根據潛在影響的嚴重性而定。對於重大項目，必須進行全面的環境影響評估，其中包括各政府部門間的審查和諮詢、公示現有文件進行審查及繳納若干稅項或費用。

由IGAM監管水的使用和提取。建議開發或提取水的一方必須證明對分水嶺的基本流量並無顯著影響。目前正在組建水盆地委員會，將監管每個水文盆地的水使用。CVRD預計，水用戶將按所使用水量和返回到盆地的水質素被收取費用。該計劃所收取費用將支持供水和污水處理加工廠的建設和經營。

7.1.2 採礦的合法權利

公司必須擁有合法權利方可開採被報告為可開採儲量的物料。CVRD已審查礦山計劃，以確定最終礦井（界定儲量的限制）處於採礦法令界定的特許權。根據PAH的審查，CVRD一直都有限制計算其作業保持在採礦法令界定限制內的可開採礦體部分的儲量。其他地表擾動，如尾礦處理或礦山廢料處置，可擴展到CVRD控制地表權的區域，但是，礦產開採的所有開採作業都包含在採礦法令規定的區域。

從CVRD的陳述中可以看出，其已擁有開採所有生產經營的合法權利。CVRD已提供若干文件證明合法採礦權利，包括在政府出版物「Diário Oficial」中刊發的通知影印本，以及DNPM所授予營業執照的掃描件(LO)。PAH已完成文件審查，發現其比較徹底，但我們的審查不構成確認合法採礦權所有方面的法律審查。

如第7.1.1節所討論，Maquiné項目的批准將涉及三個批文，包括初步許可證、安裝許可證及營業執照。CVRD正就該項目全力申請各許可證，並積極考慮項目附近的現有土地利用以及該地區的過往開採，包括位於約12公里遠的Gongo Soco，PAH認為採礦符合當地土地利用。CVRD亦已表現出其運作能力可符合監管要求。因此，PAH認為CVRD有較高可能性可就Maquiné專案獲得監管部門批准，因此列出該礦產的儲量合理。

7.2 環保管理

7.2.1 政策和架構

CVRD有一個專用於南部系統的既定環境政策，其贊成可持續發展原則，尊重員工的健康和安全。該政策包括以下主要承諾：

- 通過實踐操作和措施經營，旨在控制產品質素和服務，防止污染、意外事故及職業病與影響。
- 將職業健康和安全放在盈利和生產之前。
- 優化材料和電力使用，以幫助保存自然資源和確保競爭力。
- 為遵行法律規範和該公司已經簽署或承諾的其他承諾。
- 為保持與客戶、社區、員工及其他權益各方的溝通渠道。
- 為基於對客戶需求、環保以及健康和安全方面的定期評估以爭取持續改善經營。
- 為培養和提高員工的意識，並鼓勵供應商和服務供應商按照該等政策作業。

PAH認為該項政策符合國際礦業公司認可的環保政策。我們注意到，環保政策通常是由單位總經理簽署，並從最高層將個人承諾級別轉達至基層員工。

南部系統環境管理體系符合ISO 14001，並須就符合ISO作業標準和做法定期進行外部審查和審計。ISO 14001管理體系在2000年6月至2002年11月期間在不同經營中實施。Itabira綜合項目於2004年3月進行合規審計。所有其他經營於2004年9月進行審計。CVRD向PAH提供審計結果的副本。審計結果並無顯示任何將對該設施持續經營構成風險的監管不合規。

CVRD的南部系統由一個集中的環保管理小組運作，有21名人員，包括技術人員、管理人員及輔助人員。南部系統內各採礦綜合專案都設有永久分配給該綜合專案的特定環境管理人員。各位個人環保經理負責綜合專案內的一處或兩處採礦作業。礦址環保經理獲得由位於Itabira綜合專案的9人團隊支持，其全面負責支援所有南部系統操作的具體環保管理方面，如空氣品質、水質、許可及廢料管理。此外，CVRD依賴分包商對特定問題進行監測，如噪音和振動、水質採樣和檢測、空氣品質監測。從PAH對環保管理體系整體結構的審查及在各種採礦作業觀察到的實施情況，我們認為環境問題得到有效和高效管理。南部系統的環保管理方案被認為是採礦業最佳管理作業的代表。

7.2.2 環保管理方案

CVRD提供主要環保管理計劃或有關實施主要管理方案的詳細討論的副本，包括：

- 固體廢料和有害廢料管理
- 洩漏預防和應對
- 應急響應
- 現場環境監測，包括地表水質量、爆炸地面振動、空氣超壓及空氣質量
- 社區關係和溝通

從PAH的審查中，我們認為環保管理計劃和環境系統的實際執行在主要礦業公司的認可作業中運行良好。在實地考察中，所觀察和發現的環保管理做法的實施也符合行業最佳管理做法。然而，相對於規章制度或採礦最佳管理做法，PAH認為有三個領域值得商榷。