

阿根廷聖胡安省  
貝拉德羅礦  
合資格人士報告

為山東黃金礦業股份有限公司編製

合資格人士：

**Luke Evans**，專業工程師

**Glen Ehasoo**，專業工程師

**Holger Krutzmann**，專業工程師

二零一八年九月十四日

## 報告控制表

文件標題	阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦合資格人士報告		
客戶名稱和地址	山東黃金礦業股份有限公司 由 Keith Yam 轉交 建銀國際金融有限公司 香港中環 干諾道中3號 中國建設銀行大廈12樓		
文件索引號	第2868號項目	狀態和版本號	最終版本
發佈日期	二零一八年九月十四日		
主要編寫人	Luke Evans	(已簽署)	
		(已簽署)	
	Glen Ehasoo	(已簽署)	
	Holger Krutzelmann		
同行評審人	Richard J. Lambert	(已簽署)	
審批項目經理	Glen Ehasoo	(已簽署)	
審批項目總監	Deborah A. McCombe	(已簽署)	
報告分發	姓名	副本數量	
	客戶		
	RPA公司歸檔	1份(項目文件盒)	

**Roscoe Postle Associates Inc.**

地址：55 University Avenue, Suite 501

Toronto, ON M5J 2H7

Canada

電話：+1 416 947 0907

傳真：+1 416 947 0395

[mining@rpacan.com](mailto:mining@rpacan.com)

## 前瞻性信息

本報告包含前瞻性陳述。除了關於 Barrick Gold Corporation (Barrick)、山東黃金礦業股份有限公司(山東黃金)和貝拉德羅金礦歷史事實的陳述之外，其餘所有陳述內容均為前瞻性陳述。「認為」、「預期」、「預計」、「預料」、「目標」、「計劃」、「打算」、「規劃」、「繼續」、「預算」、「估算」、「潛力」、「可能」、「將」、「會」、「可以」等類似表述均為前瞻性陳述。本報告包含大量前瞻性陳述，包括：現金流預測，預期資本、運營和勘探支出，預計成本縮減額、礦山服務年限和生產率，礦化潛力，金屬或礦物回收率，與貝拉德羅金礦財務和運營表現改善及礦山服務年限延長有關的信息，而績效的改善和年限的延長可能通過過渡期金屬回收計劃、坑邦變陡計劃或其他營運成本縮減和生產能力提升計劃來實現。本報告中含有的所有前瞻性陳述均需建立在此類陳述發出時所確定的一些意見觀點和估算數據之上，這些建立基礎均存在重大風險和不確定性，其中許多無法控制或預測。本報告在適用情況下對於前瞻性陳述有關的實質性假設進行了討論。除了這些假設外，前瞻性陳述還不可避免地受到大量商業、經濟和競爭方面的不確定性和意外情況的影響。已知和未知因素可能會導致實際結果與前瞻性陳述的預期存在實質性差異。這些因素包括但不限於：商品(包括金、銅、銀、柴油、天然氣和電力)現貨和遠期價格的波動；礦產勘探和開發的投機特性；礦產生產情況、勘探開發以及開發成功程度等的變化；過渡期金屬回收計劃和坑邦變陡計劃目前仍處於早期評估和補充工程設計階段，還需要開展其他分析，全面評估他們的影響，因此存在一定的風險；儲量規模下降或品位降低；與項目基礎建設相關的成本增長、時間延誤、項目暫停及技術方面的挑戰；與採礦或開發活動相關的運營或技術難題，包括基礎設施和信息技術系統的維護或準備工作遭到干擾，被迫中斷，或西部廢石處理設施的潛在進一步變形；由於實際發生的或預期發生的事故，導致山東黃金、Barrick 或貝拉德羅金礦的聲譽遭到損害，包括關於環境問題處理或社區群體事件處理的負面宣傳，無論是否屬實都會對公司聲譽造成影響；戰爭、恐怖活動、破壞活動和內亂有可能引起損失；不確定貝拉德羅金礦是否能夠達到山東黃金或 Barrick 資本分派目標；全球流動性和信貸投放對現金流實現進程的影響，以未來現金流為基礎預測得出的資產價值和債務規模也會發生改變；通貨膨脹的影響；貨幣市場的波動；利率的變化；全國和地方法律、稅收、監管制度的變化和／或阿根廷行政執法、政策實踐、財產沒收或國有化、政治經濟發展環境的變化；違反環境和健康安全法律法規；許可證到期，或未能獲得必要的審批手續；遭到起訴；資產所有權、水資源、電力及其他必要基礎設施的使用權出現爭議；自然風險導

致的成本增長，包括極端天氣事件、資源短缺、氣候變化；以及與採礦投入和勞動力相關的利用率和成本增長情況。除此之外，礦產勘探、開發和採礦活動存在許多風險和危害，包括環境風險、工傷事故、罕見或意外的合成物、高壓、塌方、洪水以及金塊、陰極銅、金和銅精礦出現損失(以及針對這些風險的保險不完善，或者未能獲得保險賠償)。

其中許多不確定性和意外情況都會影響山東黃金的實際經營結果，使得實際結果與山東黃金或其代表人在前瞻性陳述中明示或暗示的結果存在實質性差異。這些警告性內容適用於本報告含有的所有前瞻性陳述。除法律規定的情況外，無論是否出現新信息、發生的事件，山東黃金、RPA 以及本報告編寫人員均無義務公開更新或修改前瞻性陳述的內容。

## 目錄

	頁次
<b>1 摘要</b> .....	IV-10
執行摘要 .....	IV-10
經濟分析 .....	IV-19
技術摘要 .....	IV-21
<b>2 引言</b> .....	IV-31
<b>3 其他信息來源</b> .....	IV-38
<b>4 礦權區描述及位置</b> .....	IV-38
<b>5 交通情況、氣候、當地資源、基礎設施以及自然地理</b> .....	IV-45
<b>6 歷史</b> .....	IV-46
<b>7 地質背景及成礦作用</b> .....	IV-47
區域地質 .....	IV-47
當地及礦區地質 .....	IV-49
蝕變 .....	IV-51
成礦作用 .....	IV-53
<b>8 礦床類型</b> .....	IV-58
<b>9 勘探</b> .....	IV-58
<b>10 鑽探</b> .....	IV-58
岩芯和反循環回收率 .....	IV-61
鑽孔取樣的可能誤差 .....	IV-61
<b>11 樣品的製備、分析和安全</b> .....	IV-62
採樣方法和途徑 .....	IV-62
樣品的製備、分析和安全 .....	IV-63
質量保證和質量控制 .....	IV-64
<b>12 數據驗證</b> .....	IV-66
<b>13 選礦和冶金試驗</b> .....	IV-67
選礦試驗 .....	IV-67
<b>14 礦產資源估算</b> .....	IV-71
摘要 .....	IV-71
地質模型 .....	IV-72
地質領域 .....	IV-79
品位區域 .....	IV-80
冶金區域 .....	IV-82
密度數據 .....	IV-84
邊界品位 .....	IV-84
分析統計 .....	IV-84
特高品位值的處理 .....	IV-86
樣品組合 .....	IV-86

接觸繪圖分析 .....	IV-88
變差函數圖 .....	IV-90
資源估算方法 .....	IV-92
資源估算驗證 .....	IV-96
資源分類 .....	IV-101
<b>15 礦產儲量估算 .....</b>	<b>IV-105</b>
<b>16 採礦方法 .....</b>	<b>IV-106</b>
採礦作業概況 .....	IV-106
採礦方法 .....	IV-106
礦山設計 .....	IV-110
地面條件／邊坡穩定性 .....	IV-117
生產計劃 .....	IV-121
廢石 .....	IV-121
山谷堆浸設施 .....	IV-124
採礦設備 .....	IV-127
礦山人力資源 .....	IV-128
礦山基礎設施 .....	IV-129
<b>17 提取方法 .....</b>	<b>IV-129</b>
破碎廠 .....	IV-129
山谷堆浸設施 .....	IV-130
Merrill-Crowe 選礦廠 .....	IV-130
選礦人力資源 .....	IV-131
討論 .....	IV-131
<b>18 項目基礎設施 .....</b>	<b>IV-135</b>
通行道路 .....	IV-135
礦山現場設施 .....	IV-135
住宿 .....	IV-135
供水 .....	IV-135
供電 .....	IV-136
廢料處置和排水 .....	IV-136
通信 .....	IV-136
現場人力資源 .....	IV-136
<b>19 市場研究和合同 .....</b>	<b>IV-137</b>
市場 .....	IV-137
合同 .....	IV-137
<b>20 環境研究、許可和社會或社區影響 .....</b>	<b>IV-137</b>
環境研究 .....	IV-137
許可 .....	IV-137
社會或社區要求 .....	IV-141
礦山關閉要求 .....	IV-141

21	投資和營運成本 .....	IV-143
	投資成本 .....	IV-143
	營運成本 .....	IV-144
	人力資源 .....	IV-147
22	經濟分析 .....	IV-148
23	相鄰礦區 .....	IV-151
24	其他相關數據和信息 .....	IV-151
25	解釋和結論 .....	IV-151
26	建議 .....	IV-157
27	參考文獻 .....	IV-158
28	日期和簽名頁 .....	IV-160

### 表格清單

	頁次
表 1-1 礦產資源(包括礦產儲量) – 二零一八年三月三十一日 .....	IV-11
表 1-2 礦產儲量 – 二零一八年三月三十一日 .....	IV-11
表 1-3 項目風險評估 .....	IV-16
表 1-4 生產及營運預測概要 .....	IV-20
表 1-5 總投資成本 .....	IV-30
表 1-6 礦山服務年限的單位營運成本 .....	IV-30
表 4-1 採礦許可證 .....	IV-39
表 4-2 地役權 .....	IV-40
表 7-1 礦床規模 .....	IV-56
表 7-2 微量元素地球化學結果 .....	IV-57
表 10-1 歷史鑽進總結 .....	IV-60
表 13-1 平均金回收率公式 .....	IV-68
表 13-2 生產評估 .....	IV-69
表 13-3 生產評估 .....	IV-70
表 14-1 礦產資源 – 二零一八年三月三十一日 .....	IV-71
表 14-2 岩性代碼 .....	IV-73
表 14-3 蝕變代碼 .....	IV-73
表 14-4 分區代碼 .....	IV-74
表 14-5 品位區域代碼 .....	IV-80
表 14-6 噸位因子 .....	IV-84
表 14-7 金(克/噸)分析統計 .....	IV-85
表 14-8 金品位頂閾值 .....	IV-86
表 14-9 金礦樣品組合統計 .....	IV-87

表 14-10 金的估算參數 .....	IV-93
表 14-11 二零一七年核對結果 .....	IV-99
表 15-1 礦產儲量 – 二零一八年三月三十一日 .....	IV-105
表 16-1 貝拉德羅礦生產歷史 .....	IV-107
表 16-2 貝拉德羅礦堆浸生產歷史 .....	IV-108
表 16-3 礦山優化參數 .....	IV-109
表 16-4 坑內邊界品位，礦產儲量 .....	IV-114
表 16-5 礦山設計參數 .....	IV-115
表 16-6 Golder 邊坡設計建議匯總 .....	IV-117
表 16-7 最終坑壁斜坡角的比較 .....	IV-118
表 16-8 加陡坡邊設計概要 .....	IV-120
表 16-9 礦山服務年限礦山生產計劃 .....	IV-121
表 16-10 貝拉德羅礦山谷堆浸設施按階段呈列的堆積情況 .....	IV-124
表 16-11 礦山設備表 .....	IV-128
表 20-1 監管運行參數 .....	IV-138
表 20-2 山谷堆浸設施觸發限定數值 .....	IV-139
表 21-1 總投資成本 .....	IV-144
表 21-2 礦山服務年限的單位營運成本 .....	IV-144
表 21-3 過往單位營運成本 .....	IV-145
表 21-4 單位營運成本詳情 .....	IV-146
表 21-5 礦山現場人力資源 .....	IV-147
表 22-1 生產及營運預測概要 .....	IV-149
表 25-1 項目風險評估 .....	IV-155

## 圖像清單

	頁次
圖 4-1 位置圖 .....	IV-43
圖 4-2 礦權地地圖 .....	IV-44
圖 7-1 區域及當地地質 .....	IV-48
圖 7-2 簡化岩性分佈 .....	IV-50
圖 7-3 簡化蝕變分佈 .....	IV-52
圖 7-4 4,150 米階地的金礦化 .....	IV-54
圖 7-5 顯示金品位乘厚度的平面圖 .....	IV-55
圖 10-1 鑽探平面圖 .....	IV-61
圖 14-1 岩性區域 .....	IV-75
圖 14-2 蝕變區域 .....	IV-76

圖 14-3	分區域 .....	IV-77
圖 14-4	構造域 .....	IV-78
圖 14-5	品位區域(4175 水平) .....	IV-81
圖 14-6	第二類冶金區域 .....	IV-83
圖 14-7	分析統計箱形圖 .....	IV-85
圖 14-8	按區域和蝕變分類的金礦樣品組合統計 .....	IV-88
圖 14-9	軟接觸剖面示例 .....	IV-89
圖 14-10	硬接觸剖面示例 .....	IV-89
圖 14-11	全方位相關曲線圖 .....	IV-91
圖 14-12	塊段和複合樣本金品位 – Filo Federico 礦坑的 6,752,050N 剖面 .....	IV-97
圖 14-13	塊段和複合樣本金品位 – AMABLE 礦坑的 6,751,750N 剖面 .....	IV-98
圖 14-14	塊段金品位 – 250° 縱剖面 .....	IV-100
圖 14-15	標高條帶圖 .....	IV-102
圖 14-16	4,150 米水平剖面資源類型 .....	IV-104
圖 16-1	現場總體布置圖 .....	IV-109
圖 16-2	Filo Federico 開拓階段 .....	IV-116
圖 16-3	Filo Federico 礦坑邊坡設計區域平面圖 .....	IV-119
圖 16-4	貝拉德羅礦最終排土場佈置方案 .....	IV-123
圖 16-5	最終提出的 VLF 安排方案 .....	IV-126
圖 17-1	破碎車間流程圖 .....	IV-133
圖 17-2	Merrill-Crowe 選礦廠流程圖 .....	IV-134

## 1 摘要

### 執行摘要

受山東黃金礦業股份有限公司(山東黃金)的委託，Roscoe Postle Associates Inc. (RPA) 完成了對礦產資源及礦產儲量的審核，並編製了一份獨立的關於阿根廷貝拉德羅礦(該金礦或貝拉德羅礦)的合資格人士報告。該報告的目的在於為公開該礦截至二零一八年三月三十一日的礦產資源和礦產儲量的預測數據提供支持。該合資格人士報告符合加拿大證券管理局(加拿大省級和地區證券監管機構的傘式組織)發佈的《國家文件43-101 礦產項目信息公佈標準》(NI 43-101)。該合資格人士報告提供的礦產資源和礦產儲量預測數據的有效日期為二零一八年三月三十一日。除另有指定外，該合資格人士報告中的信息均指上述日期之前的信息。RPA 於二零一七年十月三十日至十一月一日對該金礦開展了現場考察。

於二零一七年四月六日，Barrick Gold Corporation (Barrick) 宣佈與山東黃金集團有限公司(山東黃金集團公司，乃山東省濟南的中國領先銅採公司) 訂立戰略合作協議。山東黃金集團公司於一九九六年成立，現有僱員人數為23,000人。於二零一七年，其黃金產量約為1.4百萬盎司(百萬盎司)，是中國唯一獲中國政府認證為「國家環保企業」的礦業公司。山東黃金集團公司是山東黃金約56%發行在外股份的直接及間接持有人。山東黃金於二零零三年在上海證券交易所掛牌上市。

於二零一七年六月三十日，Barrick 完成出售貝拉德羅礦的50%權益予山東黃金。山東黃金及 Barrick 現時各自間接擁有 Minera Argentina Gold SRL (MAGSRL，擁有及運營該金礦)(前身為 Minera Argentina Gold S.A. (MAGSA)) 的50%所有權權益。除非另有說明，否則本合資格人士報告內的數據反映貝拉德羅礦的100%權益，而並非山東黃金的50%按比例計算權益。

貝拉德羅礦是一個大型露天堆浸金銀礦，位於阿根廷中西部高海拔的安第斯山脈。該礦的業務包括露天金銀礦石開採、二級破碎，以及採用山谷填埋堆浸和加鋅沉澱回收等方法提取貴金屬等。自貝拉德羅礦二零零五年投產以來，已從大約327百萬噸(百萬噸)的礦石中回收了大約8.3百萬盎司的黃金和16.7百萬盎司的白銀，截至二零一八年三月三十一日，礦石的平均金銀含量為：金1.09克/噸，銀15.2克/噸。

在未來七年間，礦石生產至堆浸預計約為29百萬噸/年(百萬噸/年)至33百萬噸/年。預計開採速度會於二零一八年達至約79百萬噸/年的高峰，以後穩步下降至二零二四年的34百萬噸。預計所有其餘的礦石產量均將來自 Filo Federico 礦井。

表1-1及表1-2匯總了貝拉德羅礦的礦產資源量及礦產儲量估計(截至二零一八年三月三十一日)。有關估計符合加拿大採礦、冶金和石油學會(加拿大採礦、冶金和石油學會)於二零一四年五月十日發佈的《礦產資源量和礦產儲量定義標準》(加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義)。礦產資源量及礦產儲量估計以二零一七年底礦產資源模型為基準，截至二零一八年三月三十一日(即二零一八年第一季度產量)生產中耗盡。呈報礦產資源估算時已包括礦產儲量以與山東的資源披露慣例一致。

表 1-1 礦產資源(包括礦產儲量) – 二零一八年三月三十一日

## Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

資源類別	資源量 (千噸)	金品位 (克/噸金)	銀品位 (克/噸銀)	含金量 (千盎司金)	含銀量 (千盎司銀)
探明資源	36,681	0.67	6.7	791	7,941
控制資源	324,623	0.69	13.5	7,146	140,710
<b>探明和控制資源合計</b>	<b>361,304</b>	<b>0.68</b>	<b>12.8</b>	<b>7,938</b>	<b>148,652</b>
推斷資源	66,387	0.43	11.0	921	23,469

附註：

1. 礦產資源量採用加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
2. 礦產資源量評價數據截至二零一八年三月三十一日，採用金價為 1,500 美元/盎司，銀價為 20.50 美元/盎司，匯率為 1.0 美元兌 20.0 阿根廷比索。
3. 礦產資源量並非礦產儲量，並未證實具有經濟可行性。
4. 礦產資源量評價採用經濟邊界品位值，且該品位值會隨礦石種類變化。第一類礦化的金邊界品位值大約為 0.14 克/噸，第二類礦化的金邊界品位值大約為 0.26 克/噸。
5. 採用惠特爾礦坑外形來界定礦產資源量的邊界。
6. 礦產資源量內包含礦產儲量。
7. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

表 1-2 礦產儲量 – 二零一八年三月三十一日

## Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

類別	儲量 (千噸)	金品位 (克/噸金)	銀品位 (克/噸銀)	含金量 (千盎司金)	含銀量 (千盎司銀)
證實儲量：					
露天礦坑	7,660	0.81	15.3	198	3,770
礦石堆	7,328	0.51	9.6	121	2,264
堆浸場庫存儲量	15,133	0.77	—	372	—
可能儲量：					
露天礦坑	191,731	0.76	14.3	4,709	88,176
<b>證實和可能儲量合計</b>	<b>221,852</b>	<b>0.76</b>	<b>13.2</b>	<b>5,401</b>	<b>94,210</b>

附註：

1. 礦產儲量採用加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
2. 礦產儲量估算採用金價為 1,200 美元/盎司，銀價為 16.50 美元/盎司，匯率為 1.0 美元兌 20.0 阿根廷比索。
3. 礦產儲量估算採用經濟邊界品位值，根據加工成本、回收率和溢利。第一類金礦石邊界品位值大約為 0.18 克/噸，第二類金礦石邊界品位值大約為 0.32 克/噸。
4. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

除礦山服務年限生產計劃所載的生產消耗外，截至本報告日期，RPA 未發現任何可能會對礦產資源量或礦產儲量評價造成實質性影響的環境、許可證、法律、所有權、稅務、社會－經濟、市場影響、政策或其他轉換因素。

## 結論

通過現場考察以及隨後的審查工作，RPA 得出以下結論：

### 礦產資源量評價

- 截至二零一八年三月三十一日，探明和控制礦產資源量合計約為 361 百萬噸(包含礦產儲量)，金平均品位為 0.68 克／噸，銀平均品位為 12.8 克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為 7.9 百萬盎司和 149 百萬盎司。
- 截至二零一八年三月三十一日，推斷礦產資源量約為 66 百萬噸，金平均品位為 0.43 克／噸，銀平均品位為 11.0 克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為 0.9 百萬盎司和 23 百萬盎司。
- 剩餘所有資源量和儲量均發現於貝拉德羅礦區 Filo Federico 礦化帶和 Cuatro Esquinas 礦化帶內，這兩個礦化帶也都位於 Filo Federico 礦坑內。
- Filo Federico 礦坑第一類礦化及第二類礦化的資源評價金邊界品位值(COG)大約為 0.14 克／噸及 0.26 克／噸。資源邊界品位乃根據標準行業慣例進行估計。
- 礦產資源評價採用廣泛接受的估算方法編製。探明、控制和推斷資源量的定義符合加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
- 目前的鑽孔數據庫能夠為礦產資源量和礦產儲量評價所用的資源模型提供合理支持。
- 採集地質、岩土工程、化驗、密度和其他數據信息所用的方法和流程合理，基本符合廣為接受的行業標準。絕大多數普通任務均完好記錄了標準操作流程，並定期更新。該礦對爆破孔數據、之前的模型結果和生產調整結果定期開展對比，以校正和改進資源建模流程。
- 勘探開發採樣分析計劃採用標準操作方法，基本能夠提供合理結果將由此得出的數據有效應用於礦產資源量和礦產儲量評價。
- 總體而言，RPA 認為 MAGSRL 的工作是高質量的，超出了行業平均水平。

**採礦和礦產儲量**

- 截至二零一八年三月三十一日，證實和可能儲量合計約為222百萬噸，金平均品位為0.76克／噸，銀平均品位為13.2克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為5.4百萬盎司和94百萬盎司。露天礦內約93%儲量為第一類礦石，其餘為第二類礦石。
- 第一類金礦石及第二類金礦石的礦產儲量評價金COG大約為0.18克／噸及0.32克／噸。儲量邊界品位乃根據標準行業慣例進行估計。
- 礦產資儲量採用業界廣泛接受的估算方法計算獲得，證實和可能儲量採用加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
- 回收率和成本數據依據實際運營數據和工程估算數據。
- 對貝拉德羅金礦的礦山服務年限計劃開展了經濟分析，得出了正現金流的結果，RPA認為這一分析符合發佈礦產儲量報告的要求。除了礦山服務年限計劃內的礦產儲量外，該金礦還擁有一定的礦產資源量，代表該礦在未來仍有發展空間。
- MAGSRL已經確定Filo Federico礦坑的某些最終礦坑邊坡可以採用變陡計劃。最多120米最終礦坑邊坡已於5及6工程階段按較陡峭的坡角度開始。Golder Associates Inc. (Golder)已審閱岩土模型，並作出支持所建議的較陡峭的坡角度屬充分可靠的評論，並就邊坡坡角度變陡的實施及運營慣例與MAGSRL合作。
- 變形裂縫於關閉後在西部廢石處理設施出現，Golder確認為潛在穩定風險。進一步變動可能侵蝕山谷堆浸設施的北翼部分。RPA注意到此情況並不影響山谷堆浸設施的現有產能或其向西部擴充的計劃。此外，MAGSRL正與Golder討論有關進行西部廢石處理設施的穩定性評估。
- RPA注意到，有機會在只對經濟參數作較小整體改進的情況下延長Filo Federico礦坑的壽命。該礦坑存在額外經營四年的潛能。

## 選礦

- 選礦處理設施看起來運行很好。山谷堆浸設施(VLF)的運行受到二零一四年第四次礦山環境影響評價更新報告(EIA)所製定的某些監管參數的約束。監管審批的二零一四年礦山環評更新報告以及相關的二零一六年監管決議，規定了山谷堆浸設施觸發限定數值。如果突破這些參數，將觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，即在超過期間，對新水補給及氰化物添加進行約束。
- 該礦已獲得了所有必要的物料許可證，以便運營山谷堆浸設施，直到5B工程階段。貝拉德羅礦EIA的第五次更新於二零一六年十二月獲批。MAGSRL提交的第五次更新包含要求批准6至9工程階段山谷堆浸設施的擴充。6至9工程階段的環保批准於二零一七年五月十九日經聖胡安省礦業部(礦業部)確認，然而，該等工程階段須獲得額外許可，而額外許可正在審批。在等待最終工程許可的同時，已取得早期土建工程活動的授權。
- 第六次環境影響評價更新於二零一六年二月提交，但其評價仍在審核。MAGSRL預期於二零一八年八月底接獲礦業部發出有關第六次環境影響評價更新的意見。鑒於其仍在審核的情況，MAGSRL已申請及礦業部已准予延長第七次環境影響評價更新的備案。與此同時，MAGSRL已編製環境影響評估的第七次更新，涵蓋二零一四年一月至二零一七年六月期間，並已於二零一八年二月九日提交。
- 由於存在機械問題，高架膠帶輸送機自二零一五年二月起已經停運。目前並無計劃重新起用膠帶輸送機。礦山卡車用作將破碎礦石由一級破碎機直接運送至山谷堆浸設施。於二零一六年，由於因膠帶輸送機停運產生的額外礦石運輸需求，採礦車隊添置了四輛新卡車以維持生產水平。
- 在二零一七年十二月三十一日礦產資源評價之後，作為礦山開採期間持續改進工作的一部分，阿根廷黃金礦業有限公司對於二零二四年開採活動完成之後繼續額外進行堆浸四年(過渡期)的方案進行了評估。在二零二四年至二零二八年的過渡期內，估計可以回收約0.5百萬盎司的黃金和1.2百萬盎司的白銀，並不包括在礦產資源評價內。

## 環境因素

- 貝拉德羅礦的環境管理計劃 (EMP) 通過 ISO 14001 標準認證。
- 貝拉德羅礦通過《國際氰化物管理標準》的認證。
- 礦山關閉計劃每年進行審查和分析。根據目前貝拉德羅礦對環境的擾動情況，按照一定的折現率，截至二零一七年十二月三十一日，根據國際財務報告準則 (IFRS) 所列出的環境修復準備金 (PER) 約為 112 百萬美元。在無折現的情況下，按照目前和未來環境擾動情況計算得出的礦山服務年限礦山關閉費用合計約為 132 百萬美元。
- 二零一五年九月，貝拉德羅金礦堆浸場的一處管道閘門損壞，導致含氰化物選礦溶液在事故發生時處於開啟狀態的泄水渠閘門流入附近排水道。MAGSRL 將洩漏事故通知了監管部門。MAGSRL 和獨立的第三方機構在事故發生後開展了環境監測。MAGSRL 認為該監測結果表明事件沒有對該礦下游的社區居民的健康造成危害。二零一五年九月二十四日，該礦撤銷了禁止向選礦作業中加入新氰化物的臨時性限制，金礦運行恢復正常。根據法院命令，對礦區的監督和監測還將一直持續。二零一六年四月十四日，按照當地部門的要求，MAGSRL 因本次事故繳納了總額約為 10 百萬美元 (按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算) 的行政罰款。事故發生後，按照礦業部的要求，MAGSRL 已對貝拉德羅金礦實施補救行動。
- 二零一六年九月八日，冰塊從堆浸場斜井滾下損毀了承載選礦溶液的管道，引致一些材料離開堆浸場。此材料 (主要為選礦溶液飽和破碎礦石) 承載於礦山現場並回到堆浸場。MAGSRL 在該區進行了全面的水監察，確認事件並無導致任何環境影響。礦業部及省級法院因該事件分別於二零一六年九月十五日及二零一六年九月二十二日頒令該礦暫停運營。二零一六年十月四日，於完成 (其中包括) 礦業部規定的若干緊急工作及礦場司法檢查後，聖胡安省級法院解除暫停運營的禁令，並頒令恢復採礦活動。
- 於二零一七年三月二十八日，該礦的監察系統偵測到堆浸場中承載含金選礦溶液的管道破裂。該溶液承載在運營地點內；概無溶液流至任何分流渠道或水道。所有受影響土壤被即時挖出及置於堆浸場。MAGSRL 將該情況通知了監管部門，而聖胡安省主管部門於二零一七年三月二十九日視察了場地。二零一七年三月二十九日，礦業部就該事件對 MAGSRL 發出違反通知，並頒令對堆浸場添加新氰化物實施暫時限制，直至系統的糾正行動完成為止。礦業主管部門於二零一七年六月十五日視察糾正行動後解

除禁令。於二零一八年一月二十三日，按照當地部門的要求，MAGSRL 就二零一六年九月及二零一七年三月的事務繳納約 5.6 百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款，並向礦業部提出重新考慮的要求。於二零一八年三月二十八日，MAGSRL 獲通知礦業部已駁回重新考慮的要求；進一步上訴將提呈聖胡安省州長作出裁決。

- RPA 認為，可合理假設情況已及時解決，因此不影響當前的礦產資源量及礦產儲量評價。

## 風險

RPA 已根據聯交所上市規則第 1.06 條項下頒佈的指引附註 7 對項目風險進行分析。表 1-3 載有項目風險概要及 RPA 對風險程度及後果的評估，以及持續進行的／必需的緩解措施。RPA 注意到，風險程度指我們對已確定風險可能如何影響項目目標的實現的主觀評估。

十年來，貝拉德羅礦一直處於生產狀態，是一座成熟的在生產礦山。

RPA 認為，基於合理預期，該金礦不會出現影響勘探信息、礦產資源量和礦產儲量評價可靠性或可信度的重大風險和不確定因素。

RPA 認為，礦坑邊坡變陡計劃指預期經濟效益的風險屬低至中(礦產儲量仍屬合理及經濟)。過去運營顯示，先前採用的邊坡坡角度可以較少的牆壁控制力度達致。過去邊坡角角度與目前設計之間有關礦山服務年限廢石噸位的差額為約 46 百萬噸。

RPA 認為，目前並無直接影響礦產儲量或礦產資源量的環境問題。環境和監管要求由現場環境部門的專業人員和技術人員負責，而專業人員和技術人員透過進行更詳盡技術研究及風險評估而管理風險，並得到聖胡安辦事處法律部門的支持。

表 1-3 項目風險評估  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

問題	發生可能性	後果評級	風險評級	緩解措施
地質與礦產資源量	不大可能	小	低	經生產調整結果定期更新的資源模型。
採礦與礦產儲量 – 礦坑邊坡	可能	小	低至中	獨立設計工程師的持續營運審閱。
採礦和礦產儲量 – 西部廢石處理設施	不大可能	小至中	低	持續監控，並在合資格地質工程師的協助下制訂穩定性緩解計劃
選礦	不大可能	小	低	持續監控與預期表現及過往業績相關的選礦表現。
環境	不大可能	小	低	就許可額外 VLF 階段持續與當局合作。
投資和營運成本	不大可能	小	低	持續追蹤實際成本及預期成本，包括通脹及外匯的考慮因素。

根據 MAGSRL 提供的資料，RPA 並不知悉聯交所上市規則第 18.05(6) 條概要的項目產生的任何風險，其中該等風險乃與山東黃金的業務運營相關且屬重大者。下列各分節載列各項目的詳細資料。

**環境、社會、健康及安全所產生的項目風險**

採礦項目可能受多種風險及問題的影響，包括環境、社會以及健康與安全風險。採礦項目亦受阿根廷政府頒佈的多項法律、規則及法規的規限。

環境風險可能因員工疏忽產生，例如作業時對爆炸性或其他危險物品處理不當，或洪澇、地震、火災等不可抗力因素及其他自然災害。任何環境危害的發生可能延遲生產、增加生產成本、造成人身傷害或財產損害、導致責任並損毀聲譽。根據MAGSRL的資料，MAGSRL已經實施若干措施(包括根據ISO 14001標準認證的貝拉德羅環境管理計劃)，以處理運營造成的環境問題並降低運營對環境的影響。根據阿根廷法律顧問的意見，於往績記錄期及直至最後實際可行日期，除本招股章程所披露者外，貝拉德羅礦山在所有重大方面遵守適用的阿根廷環境法律及法規。

MAGSRL須受職業健康及安全方面的阿根廷法律及法規規限。MAGSRL設有安全及健康管理制度，確保其遵守相關法律及法規並確保其運營的安全。根據阿根廷法律顧問的意見，MAGSRL遵守職業健康及安全方面的適用法律及法規，往績記錄期並無重大或重複發生的健康或安全事故。

採礦項目可能面臨當地社區或反對該等項目的實際或已知環境影響的其他利益相關方提出的訴訟。該等訴訟可能延遲或終止採礦項目或造成與採礦項目相關的負面宣傳。RPA並不知悉當地社區的任何重大環境關注，RPA相信MAGSRL已經與當地社區建立良好的工作關係。

**任何非政府組織對礦產及／或其他勘探項目的可持續性的影響**

截至本報告日期，RPA並不知悉任何非政府組織對貝拉德羅礦山的採礦及／或勘探活動的重大可持續性的影響。

**遵守所在國法律、法規及許可證以及就稅務及特許權使用費向所在國政府作出的付款以及按個別國家基準作出的其他重大付款**

根據阿根廷法律顧問的意見，於往績記錄期及截至最後實際可行日期，MAGSRL已在所有重大方面就其運營遵守相關稅務法律及法規。

*對補救及復墾行動的充足融資計劃，以可持續方式關閉及搬遷設施以及其項目或礦權的環境責任*

採礦項目須受阿根廷政府就環境事宜(例如廢物處理及環境復墾)實施的廣泛法律、規則及法規的規限。尤其是，礦業公司須就礦山地質環境的保護、控制及恢復制定計劃。MAGSRL已經編製復墾計劃(詳見本報告第20節)。

*應對所在國法律及常規的過往經驗(包括處理國家及地方常規之間的差異)*

截至本報告日期，RPA並不知悉MAGSRL在遵守阿根廷法律及常規或處理阿根廷國家及地方常規之間差異方面遇到任何重大障礙。

*應對地方政府及社區對其礦山礦場、勘探礦權及相關管理安排的關注的過往經驗*

RPA相信，MAGSRL已經在其自身與地方政府及社區之間建立信任。MAGSRL有若干人員應付地方政府及社區，以確保對MAGSRL與其他方可能產生的任何意外問題作出有效及時的反應。

*對正在進行勘探或採礦活動的土地可能存在的任何申索，包括任何過去或當地申索：*

MAGSRL須就貝拉德羅礦山的採礦業務取得各種牌照、許可證及證書。據阿根廷法律顧問表示，除處於一般重續過程的若干牌照及許可證外，截至最後實際可行日期，MAGSRL已經就貝拉德羅礦山的運營取得阿根廷法律及法規規定的所有主要牌照、許可證及證書。

根據阿根廷法律顧問的意見，MAGSRL已經在所有重大方面遵守阿根廷相關法律及法規。

## 建議

RPA 提出了以下建議：

### 地質與礦產資源

- RPA 贊同 MAGSRL 計劃繼續改良多項調整追蹤及報告系統。
- RPA 贊成實施新爆破孔取樣程序。

### 採礦與礦產儲量

- RPA 贊同 MAGSRL 的矽石蝕變礦坑邊坡變陡，並建議國際知名獨立岩土工程師 Golder 繼續參與竣工進度的持續營運審閱。
- RPA 建議在合資格地質工程師的協助下制訂西部廢石處理設施的穩定性緩解計劃。

### 選礦

- 繼續按照山谷堆浸設施觸發限定數值，監測該設施的運行狀態。

### 許可

- 持續許可及時建設山谷堆浸設施第 6 階段及山谷堆浸設施的所有隨後階段。

### 經濟分析

目前的礦山服務年限生產計劃、投資及營運成本估算根據二零一七年底礦產儲量估計得出，其概要於表 1-4。關鍵標準的概要載列如下。

### 經濟標準

#### 物性

- 根據礦產儲量，礦山壽命約為七年(至二零二四年)。
- 高峰採礦年採礦約 79 百萬噸(二零一八年)。
- 每年約 31 百萬噸礦石放置於山谷堆浸設施。
- 礦山服務年限平均剝採比為 1.1:1.0 (廢棄物：礦石)。

- 礦山服務年限的過程恢復平均約 75% (黃金) 及 11% (銀)。
- 於採礦作業期間每年生產平均約 592,000 盎司黃金。

#### 收益

- 金屬價格：黃金每盎司 1,200 美元及銀每盎司 16.50 美元。
- 美元兌阿根廷比索比率為 1.0:20.0。
- 逾 95% 的毛收益來自黃金銷售。

#### 成本

- 礦山壽命的平均直接營運成本為每選礦噸 13.58 美元。
  - 採礦 每採礦噸 3.56 美元。
    - 每選礦噸 7.11 美元。
  - 選礦 每選礦噸 3.52 美元。
  - 一般行政及管理費用 每選礦噸 2.96 美元。
- 礦山壽命維持資本總計 279 百萬美元。
- 關閉成本合共 132 百萬美元 (無折現)。

全部維持成本 (AISC) 約為每盎司黃金 810 美元。

RPA 已審閱貝拉德羅礦二零一八年第一季度的實際運營數據，注意到與二零一八年度預算相比，其整體業績合理。

表 1-4 生產及營運預測概要

## Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅金礦

日期		二零一八年	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	二零二五年	
	單位	總計	年度1	年度2	年度3	年度4	年度5	年度6	年度7	年度8
<b>採礦</b>										
<b>露天礦開採 – 概要</b>										
總礦石	百萬噸	207	30	27	29	30	30	31	30	0
金品位	克/噸	0.78	0.84	0.69	0.70	0.63	0.69	0.89	0.98	0.00
銀品位	克/噸	14.8	19.9	15.2	18.6	10.0	13.4	14.8	11.9	0.0
廢石開採量	百萬噸	220	49	50	46	34	30	7	3	0
開採量合計	百萬噸	427	79	77	75	63	60	39	34	0
剝採比	(廢石：礦石)	1.1	1.7	1.8	1.6	1.1	1.0	0.2	0.1	0.0
<b>選礦</b>										
<b>堆浸</b>										
總堆放礦石	百萬噸	214	29	29	30	31	30	32	33	0
含金量	千盎司	5,295	803	646	668	617	667	914	980	0
含銀量	千盎司	100,990	18,897	14,091	17,495	9,695	12,909	15,227	12,676	0
淨回收										
金	%	75%	70%	73%	77%	77%	72%	77%	78%	0%
銀	%	11%	11%	12%	11%	11%	11%	11%	10%	0%
總回收										
金	千盎司	3,977	565	472	511	474	482	707	765	0
銀	千盎司	11,257	2,109	1,639	1,988	1,092	1,470	1,637	1,322	0
存貨使用										
金	千盎司	336	45	17	16	16	15	17	41	171
銀	千盎司	1,360	-705	139	144	203	258	289	235	797
總生產										
金	千盎司	4,313	611	489	527	489	497	724	806	171
銀	千盎司	12,616	1,404	1,778	2,131	1,295	1,728	1,926	1,557	191
<b>收益</b>										
金屬價格	輸入單位	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200
金	美元/盎司金									
銀	美元/盎司銀	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50
總毛收益	百萬美元	\$5,176	\$733	\$587	\$632	\$587	\$596	\$869	\$967	\$205
總費用	百萬美元	\$(173)	\$(19)	\$(25)	\$(30)	\$(18)	\$(24)	\$(26)	\$(20)	\$(11)
冶煉廠淨回報	百萬美元	\$5,349	\$752	\$611	\$662	\$605	\$620	\$895	\$987	\$216
礦區使用費	百萬美元	\$202	\$28	\$23	\$25	\$23	\$23	\$34	\$37	\$8
淨收益	百萬美元	\$5,147	\$723	\$588	\$637	\$582	\$597	\$861	\$950	\$208
<b>營運成本</b>										
採礦	百萬美元	\$1,523	\$275	\$270	\$265	\$226	\$212	\$145	\$131	\$—
選礦	百萬美元	\$754	\$104	\$105	\$107	\$109	\$107	\$111	\$112	\$—
一般行政管理費	百萬美元	\$634	\$103	\$101	\$97	\$96	\$87	\$78	\$71	\$1
總營運成本	百萬美元	\$2,912	\$481	\$476	\$469	\$430	\$405	\$335	\$314	\$1
每噸處理量	美元/噸									
	處理量	\$13.58	\$16.35	\$16.45	\$15.57	\$13.92	\$13.55	\$10.33	\$9.63	\$—
經營現金流量	千美元	\$2,236	\$242	\$112	\$168	\$151	\$192	\$526	\$636	\$208

日期	單位	總計	二零一八年	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	二零二五年
			年度1	年度2	年度3	年度4	年度5	年度6	年度7	年度8
<b>投資成本</b>										
維持	百萬美元	\$279	\$59	\$92	\$36	\$27	\$34	\$32	\$—	\$—
修復及關閉	百萬美元	\$132	\$—	\$—	\$—	\$0	\$1	\$0	\$41	\$89
<b>總投資成本</b>	百萬美元	\$411	\$59	\$92	\$36	\$27	\$35	\$33	\$41	\$89
<b>每報告盎司成本</b>										
直接營運成本	美元/盎司	\$682	\$804	\$970	\$881	\$890	\$815	\$473	\$411	\$(15)
全部維持成本	美元/盎司	\$810	\$972	\$1,199	\$977	\$977	\$909	\$530	\$432	—

**附註：**

- 二零二五年至二零四零年的修復及關閉成本於二零二五年按非折讓基準累計。二零二五年的非折讓關閉成本約為 25 百萬美元，而二零二六年至二零四零年的非折讓關閉成本合共則約為 64 百萬美元。
- 直接營運成本估算為所生產黃金的函數（即包括存貨使用）。
- 直接營運成本包括總費用、專利費及總營運成本。
- 總費用包括白銀費用。
- 全部維持成本估算為可收回黃金函數（即不包括存貨使用）。
- 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

**技術摘要****礦權區描述及其位置**

貝拉德羅礦位於安第斯山脈的東側，距離智利／阿根廷邊界以東 6 千米處。該礦址位於阿根廷西北聖胡安省的伊格萊西亞地區，大約在南緯 29°22'，西經 69°57'。最近的主要人口和商業中心是位於貝拉德羅礦東南部的聖胡安省的省會，距離道路約 360 千米。礦區的海拔高度在 3,800 米至 4,800 米之間。

貝拉德羅礦由 MAGSRL 擁有及經營。山東黃金於二零一七年六月三十日向 Barrick 收購其於 MAGSRL 的 50% 間接權益。

**土地使用權**

從一九八九年開始，Instituto Provincial de Exploraciones y Explotaciones Mineras de la Provincia de San Juan (IPEEM) 一直是負責對聖胡安省某些礦業權進行管理並對省內勘探和開採執照進行招標和管理的省級礦業實體。因此，有些採礦執照由 IPEEM 持有，而其餘的採礦執照則由 MAGSRL 持有。RPA 注意到，Barrick Exploraciones Argentina S.A. (BEASA) 在該地區控制著礦區附近的大片土地。該報告只列出了那些與貝拉德羅礦直接相關的礦業權和地面權。貝拉德羅礦特許經營權的勘探權是在一九九四年完成 IPEEM 舉辦的競標程序後首次頒發。

貝拉德羅礦由下列礦業產權構成：(i) 貝拉德羅礦業集團(根據相關省法律和 IPEEM 與 MAGSRL 簽署的(經過修訂的)《開採合同》，該礦業集團由八個屬 IPEEM 並由 MAGSRL 經營的礦區構成)；以及(ii) 費羅努特礦業集團(該礦業集團由五個屬 MAGSRL 的礦區構成，即：Ursulina Sur、Florenxia 1、Gaby M、Río 2 和 Río 3。貝拉德羅產權的佔地面積約為 14,447 公頃。

根據《阿根廷礦業法》，礦區並無到期日，但礦區權益持有人需要繳納一定的年費並需要達到最低的資本投資要求以保持礦區處於良好的狀態。截至二零一七年十二月三十一日，貝拉德羅礦在現有礦業產權方面已符合這些要求。

根據一九九三年五月依照聯邦法規施行的第 24.196 號法律以及依照該法規施行的相關省法律，生產礦井在阿根廷土地上提取礦物，需要向省政府繳納高達 3% 的「Boca Mina」礦區使用費。該礦區使用費被定義為提取礦物的銷售額減去一定的容許費用後的差值。除上述礦區使用費外，根據 MAGSRL 與 IPEEM 簽署的《開採合同》的條款，從貝拉德羅礦產權上提取金屬，包括從 Argenta 礦床上獲取礦物等生產活動，還要向 IPEEM 繳納 0.75% 的「礦區」使用費。

對於 Argenta 礦床，根據已獲批的《環境影響聲明》(EIS) 的條款，二零一二年一季度還要向一省級發展信托基金繳納根據在預計礦山服務年限內的產量，按黃金 1,500 美元/盎司和白銀 35 美元/盎司計算，相當於銷售額 1.5% 的額外礦區使用費。儘管 Argenta 的礦產儲量已開採完畢，目前仍有大約 0.8 百萬噸的 Argenta 礦石庫存，其黃金含量達 14,100 盎司。

二零一一年六月，聖胡安省政府與省內運營的礦業公司，包括 MAGSRL，簽訂了一份責任採礦協議，根據該協議，礦業公司同意在計算其 3% 的省礦區使用費時不扣除一定的費用。二零一一年十月，MAGSRL 和 IPEEM 同意修改根據《開採合同》以同樣的標準計算應支付 IPEEM 的 0.75% 的礦區使用費的計算方法，因此，有效地改變了礦區使用費的計算方法為按金銀總售價的 0.75% 計算。

二零零二年，作為一項應急措施，阿根廷通過了一項對包括黃金在內的某些礦產品實行按 5% 的稅率徵收出口稅的政策。同時，有關部門聲稱，該出口稅是「臨時性」的。自二零零五年投入運營至二零一五年十二月二十一日新一屆阿根廷政府取消該稅期間，貝拉德羅礦的黃金出口都需繳納 5% 的出口稅。

二零一三年九月，阿根廷通過了一項新政策，對阿根廷企業支付給個人和非居民投資者的股息紅利徵收 10% 的股息紅利稅。根據現有稅收穩定協議條款，代扣稅或適用於貝拉德羅礦支付的股息紅利，視乎於相關年度支付其他稅項金額而定。該股息紅利稅已於二零一六年七月二十三日被新一屆阿根廷政府廢除。於二零一七年十二月二十九日，阿根廷採

納兩級所得稅體制，維持相同 35% 實際稅率，惟收取 30% (二零一八年及二零一九年) 或 25% (二零二零年起) 企業所得稅以及 7% (二零一八年及二零一九年) 或 13% (二零二零年起) 股息稅。

二零一一年十月，阿根廷政府發佈了第 1722 號命令，要求原油、天然氣和礦業公司將所有從出口貿易得到的外幣收入匯出國外和兌換成阿根廷比索。阿根廷政府自二零一五年十二月起廢除外匯管制，不再強制將外幣調回阿根廷或兌換為阿根廷比索。

## 現有基礎設施

貝拉德羅礦遠離較大的城鎮，礦區的生產生活要靠自給自足。由於地點偏僻，該礦業資產在維持運營所需的基礎設施方面必須自給自足。

現時電力主要採用數台柴油發電機現場發電。柴油發電機的總裝機容量為 22 兆瓦。

選礦和降塵用工業用水從里奧得拉斯塔瓜斯獲得。生活用水從兩口水井中獲取。飲用水採用反滲透法進行處理。廢水在排放前在礦區經過處理。

貝拉德羅礦採礦營地的生活設施包括礦工醫療急診設施、自助餐廳、健身房、辦公室及宿舍等。

其他基礎設施包括倉庫、卡車停車場、維修設施及分析實驗室等。

## 歷史

貝拉德羅礦區首先由阿根廷政府的地質學家於上世紀 80 年代末進行了勘探，並在貝拉德羅礦的蘇爾地區及其周圍區域發現了分散的金異常。這些金異常是他們在通過衛星圖像發現熱液蝕變中心後，在熱液蝕變中心進行現場勘查時發現的。一九八八年，該地區的採礦權由聯邦政府管理轉變為由省政府管理。一九八九年，聖胡安省設立了省級礦業實體 – IPEEM，負責對省內某些礦業權進行管理並對勘探和開採執照進行招標和管理。

一九九四年，IPEEM 在完成相關競標程序後，加拿大的初級勘探公司 – Argentina Gold Corp. (AGC) 被授予貝拉德羅礦的勘探權。接著，AGC 與 Lac Minerals 簽訂了一份按六四比例合資的協議 (後者佔 40%)。Lac Minerals 在此後不久由 Barrick 收購。

一九九五年，AGC將其權益轉讓給了其附屬公司—MAGSA。一九九六年至一九九八年間，MAGSA和Barrick的合資公司對貝拉德羅產權進行了成功勘探。同時，Barrick通過其附屬公司—BEASA，對其毗鄰的擁有100%產權的Ursulina Sur產權進行了勘探(後者為拉瑪項目的一部分)。一九九九年年初，霍姆斯特克礦業公司(霍姆斯特克礦業公司)收購了AGC。二零零一年十二月，霍姆斯特克公司和Barrick合併，使得Barrick通過MAGSA和BEASA獲得了對貝拉德羅礦100%的間接控制權。二零一六年，根據一項內部重組，MAGSA由一家公司轉變為一家有限責任合夥企業，並更名為MAGSRL。

二零一七年六月三十日，山東黃金透過收購Barrick於MAGSRL的50%間接權益向其收購貝拉德羅礦50%權益。

## 地質和礦化

貝拉德羅礦床位於埃爾印第奧(El Indio)金礦帶，其走向北東，長120千米、寬25千米，由二疊系到晚中新統的火山岩和侵入岩組成，賦存有許多熱液蝕變區和淺成熱液礦床。該帶包括一個第三紀火山裂谷盆地，其內沉積了火山熔岩流和凝灰岩，其後被共生的侵入岩切穿。該帶的基底岩石包括安山質到流紋質凝灰岩、熔岩流以及二疊—三疊系崔尤(Choiyoi)建造的火山碎屑岩，其上非整合覆蓋了第三紀火成岩和火山岩，最老的岩株年齡為4000萬年，最新的凝灰岩、熔岩流以及火山碎屑岩的年齡為400萬年。

埃爾印第奧金礦帶在走向超過約120千米長的地段賦存有高硫和低硫型的礦化，從南部的阿爾圖拉斯礦床，中部的坦博—埃爾印第奧礦區到北部的貝拉德羅和帕斯卡—拉瑪礦床。該帶的淺成熱液礦床與第三紀構造方向有關。

貝拉德羅礦床是一個深成氧化高硫型金銀礦床，圍岩是與中新世火山口穹窿雜岩體有關的火山碎屑沉積岩、凝灰岩和火山角礫岩。熱液蝕變具有典型高硫型金礦的特徵，核心發育矽化，向外發育高級泥化蝕變，周邊發育泥化和青磐岩化蝕變。金以細粒自然金顆粒的形式產出，主要分布在矽化帶和裂隙表面的鐵氧化物或鐵硫酸鹽薄膜內。銀礦化不同於金礦化，產出的範圍更大，更為彌散，可能代表了一次獨立的成礦事件。

沿著西北15°走向的構造線，貝拉德羅礦床形成了一個400至700米寬、3千米長的浸染狀礦化帶。火山口穹窿雜岩體的核心是角礫岩化的塊狀基質支撐的侵入細粒火山碎屑岩，向外過渡為碎屑支撐角礫岩，最外部是火山岩圍岩。層狀凝灰岩單元呈環狀，分布在礦床的南端，覆蓋了部分侵入細粒火山碎屑岩和凝灰岩，這套凝灰岩是中心式噴發形成的碎屑物質。貝拉德羅礦床主要有3個礦體：南部的Amable礦體，中部的Cuatro Esquinas礦體和北部的Filo Federico礦體。Argenta礦體是一個小型衛星礦床，位於貝拉德羅礦床東南約5千米處。Amable礦體已經採空，報告顯示該處已經沒有儲量和資源量。

金品位高於0.2克／噸的礦化範圍沿345°方向的區域構造帶延伸。礦化主要賦存在沿北西向受斷層控制的火山爆發角礫岩內。其中高品位礦化體的平均金品位約4克／噸，其中1米的金品位高達100克／噸，沿東走向的構造線長300米到500米，周圍被低品位礦化暈包圍，金品位在0.1克／噸和1.0克／噸之間。

Cuatro Esquinas 礦體和 Filo Federico 礦體周邊的圍岩是一系列火山噴發角礫岩和凝灰岩，發育強烈的矽化蝕變。Amable 礦體賦存在層狀火山碎屑角礫岩和凝灰岩，發育矽化和高級泥化蝕變。貝拉德羅礦床的許多區域由蓋層覆蓋，厚約40米，局部厚度可達170米。崩積層通常都未固結。

貝拉德羅貴金屬成礦作用受地層、構造方向以及標高控制。貝拉德羅的各類岩石內都能發育金礦化，包括覆蓋層和發生了蒸汽熱蝕變的岩石。Filo Federico 和 Cuatro Esquinas 的主要圍岩是熱液角礫岩和長英質凝灰岩，Amable 的主要圍岩是火山碎屑角礫岩和中酸性凝灰岩。

## 勘探現狀

在二零零二年可行性研究完成之前進行了大規模的勘探項目。最初的鑽探項目是以構造交接部位具地表地球化學異常處(包括基岩、土壤以及篩分碎屑)為目標，且該處與可控源音頻大地電磁測深(CSAMT)高阻和低磁異常處吻合。

自二零零二年開始，完成了附加勘探和加密鑽探工作。在礦山開採權範圍內進行更多鑽探工作來勘探空白區。地質隊伍集中在埃爾印第奧金礦帶的阿根廷一側製定了長期的勘探計劃。區域勘探隊伍的知識和經驗發展而來的勘探目標準則正在轉給貝拉德羅地質隊伍。礦山地質信息將和區域勘探模型結合來確定更可能找礦成功的新的興趣區域。

截至本報告生效日期，在目前礦產資源量估計中，1,331個鑽孔(共深340,977米)以及490個地下碎裂面和剖面樣品(共計4,195米)已完成並使用。

## 礦產資源量

截至二零一八年三月三十一日的礦產資源量見表1-1。使用二零一七年二月已有的全部鑽孔數據編製了資源量模型。該日期後二零一七年及二零一八年初鑽探了少量鑽孔。截至二零一八年三月三十一日，探明和控制礦產資源量(包含礦產儲量)合計約達361百萬噸，平均金品位為0.68克／噸和銀品位為12.8克／噸，含有金7.9百萬盎司，含銀149百萬盎司。此外，推斷的礦產總資源量約達66百萬噸，平均金品位為0.43克／噸和銀品位為11.0克／噸，含有金0.9百萬盎司，含銀23百萬盎司。資源量評價使用金、銀價格分別為1,500

美元／盎司和 20.50 美元／盎司，匯率為 1.0 美元兌 20.0 阿根廷比索。RPA 認為礦產資源量評價結果合理，令人滿意，符合加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。

大多數資源量來自 Filo Federico 第一類礦化。第二類礦化以二氧化矽中細粒浸染狀金含量的增加為特點，相對於第一類礦石，第二類礦石中二氧化矽中細粒硫銀礦的存在限制了礦石中金和銀的回收率。第二類礦石金、銀回收率偏低影響了第二類噸位的 COG 和相對質量。Filo Federico 礦坑第一類礦化及第二類低品位破碎礦化的資源評價金 COG 大約為 0.14 克／噸及 0.26 克／噸。

RPA 檢查了資源的假設、輸入參數、地質解釋和塊體建模程序，並認為礦產資源估計適合此種類型的礦化作用，且資源模型對於支持二零一八年三月三十一日礦產資源和礦產儲量的估計是合理的、可接受的。

貝拉德羅礦地質部門對貝拉德羅礦的地質環境有很好的理解。構建地質模型來為品位估算提供地質控制，並為礦山設計提供參數。採用伏爾甘軟件建立了對岩性、蝕變和構造分區的地質模型。主要的斷裂也都進行了建模。在使用伏爾甘軟件製作三維地質線框時使用的線和控制點以鑽孔、爆破孔和礦坑填圖結果為依據。

## 礦產儲量

截至二零一八年三月三十一日，礦產儲量概述於表 1-2。所報礦產儲量金價為 1,200 美元／盎司，銀價為 16.50 美元／盎司，匯率為 1.0 美元兌 20.0 阿根廷比索。第一類礦石及第二類礦石的儲量評價金 COG 大約為 0.18 克／噸及 0.32 克／噸。證實和可信礦產儲量估計約為 222 百萬噸，金平均品位為 0.76 克／噸，銀平均品位為 13.2 克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為 5.4 百萬盎司和 94 百萬盎司，當中包括礦石庫存及堆浸存量。餘下露天礦的證實和可信礦產儲量估計約為 199 百萬噸，金平均品位為 0.77 克／噸，銀平均品位為 14.3 克／噸。通過本次審查，RPA 根據加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義，將所報告材料劃定為證實和可信礦產儲量是合適的。

RPA 目前認為並無任何採礦、冶金、基礎設施、許可或其他相關因素可能對礦產儲量評價結果產生重大的影響。

## 採礦方法

貝拉德羅金礦採用傳統的露天開採、卡車－鏟車裝運的生產方式，該方式從二零零五年一直沿用至今。截至二零一八年三月三十一日，已經從貝拉德羅金礦開採出各類物料約 1,013 百萬噸，金、銀產量分別約為 8.3 百萬盎司和 16.7 百萬盎司。

在未來七年間，露天礦的礦產儲量開採預計約為 27 百萬噸／年至 31 百萬噸／年。預計總開採速度會於二零一八年達至約 79 百萬噸／年的高峰，以後穩步下降至二零二四年的 34 百萬噸。

## 選礦

貝拉德羅金礦在山谷堆浸設施內使用氰化物堆浸法處理礦石，在 Merrill-Crowe 鋅置換金選廠內提取金。

低金品位礦石（即將高於邊界品位的原礦石，及低於邊界品位的破碎礦石）在採出之後，不經破碎，由卡車直接運往堆浸場。高於邊界品位的破碎礦石由卡車從礦坑或礦石堆運往其中一部雙級破碎機進行破碎，破碎後礦石獲得 80% 的 40 毫米 ( $P_{80}$ ) 大小的粒度。破碎廠的日處理能力約為 9 萬噸，其中 6 萬噸由 1 號線處理，3 萬噸由 2 號線處理。卡車直接將待破碎的礦石倒入一段旋回破碎機內。破碎後的礦石轉運至帶有頂棚的堆礦場內。

經二級破碎後，碎礦石由卡車將礦石從破碎廠運送至堆浸場，礦堆高度為 13 米。

礦石堆浸場的堆放面積約為 230,000 至 260,000 平方米，在任何既定時間使用滴灌器添加貧化氰化物堆浸溶液。貧液泵送系統的名義產能為 2,900 立方米／小時，PLS 回收系統提供的額外名義產能為 0 至 2,700 立方米／小時，能夠控制貴液存儲區 (PSSA) 的溶液水平及濃縮較低品位礦石的溶液。

通過熔煉流程生產出金塊，運出礦區外，進行進一步純化，生產更純的金和銀。

市場條件導致副產品汞的銷量萎縮。因此，MAGSRL 已在金精煉設施附近修建儲存設施，用於長期存放汞。由於礦山關閉計劃中未作安排，所以如果無其他處置方案，礦山服務年限結束後清除汞所需的費用將從生產成本中開支。

山谷堆浸設施的運行受到二零一四年第四次礦山 EIA 所製定的某些監管參數的約束。監管審批的二零一四年礦山環評更新報告以及相關的二零一六年監管決議，規定了山谷堆浸設施觸發限定數值。如果突破這些參數，將觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，即在超過期間，對新水補給及氰化物添加進行約束。山谷堆浸設施觸發限定數值如下：

山谷堆浸設施觸發限定數值	參考值
LCRS (或 SRRF)	海拔 3,914.7 米
PSSA (或 AASR) 水位	海拔 3,927 米
最大 LCRS (或 SRRF) 泵送速度	270 立方米／天

獲批新建 PSSA (或 AASR) 於二零一四年建成，運行限制海拔為 3,927 米，作此限制的目的是控制堆浸主底襯承受的水位差。因此需要密切監測山谷堆浸設施內的溶液流量。

對洩漏物收集和回收系統 (LCRS 或 SRRF) 的運行限制是：最高海拔 3,914.7 米，最大泵送率為 270 立方米／天，這可能會限制山谷堆浸設施的正常開發，導致工作階段 1 至 3 低處礦石對方空間減少，延誤金屬回收。目前，監管部門正在審查山谷堆浸設施管控觸發條件，立足於新完成和正在完成的技術研究結果和相關數據，尋找擴容空間，提高設施的運行靈活性，減少潛在的金屬回收生產延誤。

當融雪引起堆浸液存儲區的水位超出二零一四年更新的礦山環境許可規定的山谷堆浸設施觸發限定數值時，貝拉德羅礦的運行可能會受到進一步的影響。發生該事件時，礦區可能需要觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，在超過期間，對新水補給及在堆浸場中添加氰化物進行約束。

## 環境、許可和社會因素

貝拉德羅礦的 EMP 已經通過了 ISO 14001 標準認證。該計劃每年審核一次並須每三年重新認證一次。貝拉德羅礦上次重新認證是在二零一八年六月。根據該計劃，每隔 6 個月還需向礦業主管部門提交一次環境監測結果。

貝拉德羅礦通過《國際氰化物管理標準》的認證。上一次認證時間是二零一五年，將須於二零一八年重新認證。就二零一八年重新認證的審計已完成並獲批准，惟於本報告日期，尚未發出最終認證報告。

主管部門定期對貝拉德羅礦進行現場檢查。檢查後會發出書面意見及要求，MAGSRL 必須對意見及要求進行回應。

環境和監管要求由現場環境部門的專業人員和技術人員負責，並得到 MAGSRL 的聖胡安辦事處法律部門的支持。

礦山關閉計劃允許，在實際情況下，執行關閉和修復活動的同時，繼續採礦。這個與採礦平行執行的修復計劃將允許某些任務在該礦運營期間進行，以減少關閉成本並在礦山服務年限屆滿時完成這些任務。礦山關閉計劃每年進行審查和分析。根據目前貝拉德羅礦對環境的擾動情況，按照一定的折現率，截至二零一七年十二月三十一日，根據 IFRS 所列出的 PER 約為 112 百萬美元。在無折現的情況下，按照目前和未來環境擾動情況計算得出的礦山服務年限礦山關閉費用合計約為 132 百萬美元。

二零一五年九月，貝拉德羅金礦堆浸場的一處管道閘門損壞，導致含氰化物選礦溶液在事故發生時處於開啟狀態的泄水渠閘門流入附近排水道。MAGSRL 將洩漏事故通知了監管部門。MAGSRL 和獨立的第三方機構在事故發生後開展了環境監測。MAGSRL 認為該監測結果表明事件沒有對該礦下游的社區居民的健康造成危害。二零一五年九月二十四日，該礦撤銷了禁止向選礦作業中加入新氰化物的臨時性限制，金礦運行恢復正常。根據法院命令，對礦區的監督和監測還將一直持續。二零一六年四月十四日，按照當地部門的要求，MAGSRL 因本次事故繳納了總額約為 10 百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款。事故發生後，按照礦業部的要求，MAGSRL 已對貝拉德羅金礦實施補救行動。

二零一六年九月八日，冰塊從堆浸場斜井滾下損毀了承載選礦溶液的管道，引致一些材料離開堆浸場。此材料(主要為選礦溶液飽和破碎礦石)承載於礦山現場並回到堆浸場。MAGSRL 在該區進行了全面的水監察，確認事件並無導致任何環境影響。礦業部及省級法院因該事件分別於二零一六年九月十五日及二零一六年九月二十二日頒令該礦暫停運營。二零一六年十月四日，於完成(其中包括)礦業部規定的若干緊急工作及礦場司法檢查後，聖胡安省級法院解除暫停運營的禁令，並頒令恢復採礦活動。

於二零一七年三月二十八日，該礦的監察系統偵測到堆浸場中承載含金選礦溶液的管道破裂。該溶液承載在運營地點內；概無溶液流至任何分流渠道或水道。所有受影響土壤被即時挖出及置於堆浸場。MAGSRL 將該情況通知了監管部門，而聖胡安省主管部門於二零一七年三月二十九日視察了場地。二零一七年三月二十九日，礦業部就該事件對 MAGSRL 發出違反通知，並頒令對堆浸場添加新氰化物實施暫時限制，直至系統的糾正行動完成為止。礦業主管部門於二零一七年六月十五日視察糾正行動後解除禁令。於二零一八年一月二十三日，按照當地部門的要求，MAGSRL 就二零一六年九月及二零一七年三月的事務繳納約 5.6 百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款，並向礦業部提出重新考慮的要求。於二零一八年三月二十八日，MAGSRL 獲通知礦業部已駁回重新考慮的要求；進一步上訴將提呈聖胡安省州長作出裁決。

## 投資及營運成本估算

貝拉德羅礦的礦山服務年限投資成本見表 1-5。維持性投資成本主要為山谷堆浸設施的擴建費用；該礦沒有預剝離投資成本。

**表 1-5 總投資成本**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

類別	礦山服務 年限投資 (百萬美元)
維持性	94
山谷堆浸設施擴建	185
關閉	132
<b>合計</b>	<b>411</b>

註：

1. 礦山服務年限投資成本估算乃根據二零一七年年底的現行礦山服務年限生產時間表而定。
2. 維持性成本用於與開採、加工或關閉成本沒有直接關係的現場基礎設施；礦山設備的維持性成本包括在餘下礦山服務年限的營運成本內，因為沒有任何新的重大採購計劃。
3. 礦山剝離成本包括在營運成本內。
4. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

RPA 已審閱二零一八年第一季度的資本開支，並確認與二零一八年全年預算相比之下屬合理，考慮到第一季度為貝拉德羅夏季建設旺季其中一部分。

貝拉德羅礦的單位營運成本見表 1-6。

**表 1-6 預測礦山服務年限的單位營運成本**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

類別	單位	數值
採礦	美元／噸開採量	3.56
採礦	美元／噸處理量	7.11
選礦	美元／噸處理量	3.52
一般行政管理費	美元／噸處理量	2.96
<b>合計</b>	<b>美元／噸處理量</b>	<b>13.58</b>

註：

1. 礦山服務年限營運成本估算乃根據二零一七年年底的現行礦山服務年限生產時間表而定。
2. 資本化的剝離成本包括在採礦成本中。

RPA 已審閱二零一八年第一季度的單位營運開支，並確認與二零一八年全年預算相比之下屬合理。

經營關閉成本，與開採量和處理量息息相關，其包括在開採和選礦單位成本中。截至二零一七年十二月三十一日，按照 IFRS，貝拉德羅礦根據現有環境擾動情況，經過折現之後所編製的數約為 112 百萬美元。根據現有的和未來的環境擾動情況，經過折現之後，估計礦山服務年限總關閉成本約 132 百萬美元，如表 1-5 所示。

## 2 引言

受山東黃金礦業股份有限公司(山東黃金)的委托，Roscoe Postle Associates Inc. (RPA) 完成了對礦產資源及礦產儲量的審核，並編製了一份獨立的關於阿根廷貝拉德羅金礦(該金礦或貝拉德羅礦)的合資格人士報告。該報告的目的在於為公開該礦截至二零一八年三月三十一日的礦產資源和礦產儲量的預測數據提供支持。該合資格人士報告符合加拿大證券管理局(加拿大省級和地區證券監管機構的傘式組織)發佈的《國家文件 43-101 礦產項目信息公布標準》(NI 43-101)。該合資格人士報告提供的礦產資源和礦產儲量預測數據的有效日期為二零一八年三月三十一日。除另有指定外，該合資格人士報告中的信息均指上述日期之前的信息。RPA 於二零一七年十月三十日至十一月一日對該金礦開展了現場考察。

本合資格人士報告意在根據《香港聯合交易所有限公司證券上市規則》(聯交所上市規則)第十八章的規定向香港聯合交易所有限公司(聯交所)提交。

於二零一七年四月六日，Barrick Gold Corporation (Barrick) 宣布與山東黃金集團有限公司(山東黃金集團公司，乃山東省濟南的中國領先銅採公司) 訂立戰略合作協議。山東黃金集團公司於一九九六年成立，現有僱員人數為 23,000 人。於二零一七年，其黃金產量約為 1.4 百萬盎司，是中國唯一獲中國政府認證為「國家環保企業」的礦業公司。山東黃金集團公司是山東黃金約 56% 發行在外股份的直接及間接持有人。山東黃金於二零零三年在上海證券交易所掛牌上市。

於二零一七年六月三十日，Barrick 完成出售貝拉德羅礦的 50% 權益予山東黃金。山東黃金及 Barrick 現時各自間接擁有 Minera Argentina Gold SRL (MAGSRL，擁有及運營該金礦)(前身為 Minera Argentina Gold S.A. (MAGSA)) 的 50% 所有權權益。除非另有說明，否則本合資格人士報告內的數據反映貝拉德羅礦的 100% 權益，而並非山東黃金的 50% 按比例計算權益。

貝拉德羅礦是一個大型露天堆浸金銀礦，位於阿根廷中西部高海拔的安第斯山脈。該礦的業務包括露天金銀礦石開採、二級破碎，以及採用山谷填埋堆浸和加鋅沉澱回收等方

法提取貴金屬等。自貝拉德羅礦二零零五年投產以來，已從大約327百萬噸的礦石中回收了大約8.3百萬盎司的黃金和16.7百萬盎司的白銀，截至二零一八年三月三十一日，礦石的平均金銀含量為：金1.09克／噸，銀15.2克／噸。

在未來七年間，礦石生產預計約為29百萬噸／年至33百萬噸／年。預計總開採速度會於二零一八年達至約79百萬噸／年的高峰，以後穩步下降至二零二四年的34百萬噸。預計所有其餘的礦石產量均將來自Filo Federico礦井。

從一九八九年開始，Instituto Provincial de Exploraciones y Explotaciones Mineras de la Provincia de San Juan (IPEEM)一直是負責對聖胡安省某些礦業權進行管理並對省內的勘探和開採執照進行招標和管理的省級礦業實體。一九九四年，IPEEM在完成相關競標程序後，加拿大的初級勘探公司— Argentina Gold Corp. (AGC)被授予貝拉德羅礦的勘探權。接著，AGC與Lac Minerals簽訂了一份按六四比例合資的協議(後者佔40%)。Lac Minerals在此後不久即成為Barrick的附屬公司。一九九五年，AGC將其權益轉讓給了其附屬公司— MAGSA。一九九六年至一九九八年間，MAGSA和Barrick的合資公司對貝拉德羅礦產進行了成功勘探。同時，Barrick的附屬公司— Barrick Exploraciones Argentina S.A. (BEASA)對毗鄰的Ursulina Sur礦產(Ursulina Sur property)進行了勘探(後者為拉瑪項目的一部分)。一九九九年年初，霍姆斯特克礦業公司(霍姆斯特克公司)收購了AGC。二零零一年十二月，霍姆斯特克公司和Barrick合併，使得Barrick通過MAGSA和BEASA獲得了對貝拉德羅礦100%的間接控制權。二零一六年，根據一項內部重組，MAGSA由一家公司轉變為一家有限責任合夥企業(即MAGSRL)。

貝拉德羅礦由下列礦業產權構成：(i)貝拉德羅礦業集團(根據相關省法律和IPEEM與MAGSRL簽署的(經過修訂的)《開採合同》，該礦業集團由八個屬IPEEM並由MAGSRL經營的礦區構成)；以及(ii)費羅努特礦業集團(該礦業集團由五個屬MAGSRL的礦區構成，即：Ursulina Sur、Florencia 1、Gaby M、Rio 2和Rio 3。貝拉德羅礦產的佔地面積約為14,447公頃。

根據《阿根廷礦業法》，採礦許可證並無到期日，但採礦許可證持有人需要繳納一定的年費並達到最低的資本投資要求，以使其處於良好狀態。截至二零一八年三月三十一日，貝拉德羅礦在現有礦業產權方面已符合這些要求。

Barrick在拉斯塔瓜斯營地(Campo Las Taguas)擁有90%的未分配權益。該礦場包括受貝拉德羅礦採礦設施影響的地面產權。關於第三方擁有的拉斯塔瓜斯營地的其餘10%的權益，MAGSRL和IPEEM已獲得所有必要的出入地面產權的地役權(easements)。哥蘭圭營地(Campo Colangui)內有某些其他的礦業設施，這些設施也由Barrick所有。Argenta礦井(Argenta pit)位於拉斯塔瓜斯營地附近。已取得足夠的地面權以確保完成目前在該產權上的生產作業。

根據一九九三年五月依照聯邦法規施行的第24.196號法律以及依照該法規施行的相關省法律，生產礦井在阿根廷土地上提取礦物，需要向省政府繳納高達3%的「Boca Mina」

礦區使用費。該礦區使用費被定義為提取礦物的銷售額減去一定的容許費用後的差值。除上述礦區使用費外，根據 MAGSRL 與 IPEEM 簽署的《開採合同》的條款，從貝拉德羅礦產權上提取金屬，包括從 Argenta 礦床上獲取礦物等生產活動，還要向 IPEEM 繳納 0.75% 的「Boca Mina」礦區使用費。

對於 Argenta 礦床，根據已獲批的《環境影響聲明》(EIS) 的條款，二零一二年一季度還要向一省級發展信托基金繳納根據在預計礦山服務年限內的產量，按黃金 1,500 美元／盎司和白銀 35 美元／盎司計算，相當於銷售額 1.5% 的額外礦區使用費。儘管 Argenta 的礦產儲量已開採完畢，目前仍有大約 0.8 百萬噸的 Argenta 礦石庫存，其黃金含量達 14,100 盎司。

二零一一年六月，聖胡安省政府與省內運營的礦業公司，包括 MAGSRL，簽訂了一份責任採礦協議，根據該協議，礦業公司同意在計算其 3% 的省礦區使用費時不扣除一定的費用。

二零一一年十月，MAGSRL 和 IPEEM 同意修改根據《開採合同》以同樣的標準計算應支付 IPEEM 的 0.75% 的礦區使用費的計算方法，因此，有效地改變了礦區使用費的計算方法為按金銀總售價的 0.75% 計算。

二零零二年，作為一項應急措施，阿根廷通過了一項對包括黃金在內的某些礦產品實行按 5% 的稅率徵收出口稅的政策。同時，有關部門聲稱，該出口稅是「臨時性」的。自二零零五年投入運營至二零一五年十二月二十一日新一屆阿根廷政府取消該稅期間，貝拉德羅礦的黃金出口都需繳納 5% 的出口稅。

二零一三年九月，阿根廷通過了一項新政策，對阿根廷企業支付給個人和非居民投資者的股息紅利徵收 10% 的股息紅利稅。MAGSRL 認為，該代扣稅不適用於該金礦因現有稅收穩定安排而支付的股息紅利。該股息紅利稅已於二零一六年七月二十三日被新一屆阿根廷政府廢除。於二零一七年十二月二十九日，阿根廷採納兩級所得稅體制，維持相同 35% 實際稅率，惟收取 30% (二零一八年及二零一九年) 或 25% (二零二零年起) 企業所得稅以及 7% (二零一八年及二零一九年) 或 13% (二零二零年起) 股息稅。

二零一一年十月，阿根廷政府發佈了第 1722 號命令，要求原油、天然氣和礦業公司將所有從出口貿易得到的外幣收入匯出國外和兌換成阿根廷比索。阿根廷政府自二零一五年十二月起廢除外匯管制，不再強制將外幣調回阿根廷或兌換為阿根廷比索。

#### 信息來源

RPA 首席地質學家 Luke Evans，理學碩士，專業工程師；以及 RPA 首席採礦工程師 Glen Ehasoo，專業工程師，於二零一七年十月三十日至二零一七年十一月一日在該金礦進行視察。

Barrick 和 MAGSRL 的如下人員參與了座談討論：

- Inivaldo Diaz，前運營經理 (MAGSRL)

- Benjamin Sanfurgo，高級經理(資源及儲備)(Barrick)
- Osvaldo Brocca，首席礦業地質學家(MAGSRL)
- Sebastian Juarez，高級礦業地質學家(MAGSRL)
- Elio Terranova，數據庫管理員(MAGSRL)
- Daniel Diaz，初級控礦工程師(MAGSRL)
- Patricio Iribarra，首席勘查地質學家(MAGSRL)
- Raul Correa，技術服務經理(MAGSRL)
- Edwin Diaz，工序監督(MAGSRL)
- Dante Cardozo，首席冶金學家(MAGSRL)
- Julio Torino，堆浸場監督(MAGSRL)
- Simon Catchpole，環境經理(MAGSRL)

貝拉德羅礦的業務一直是如下資源／儲量技術審核活動的主題：

- 二零一七年十二月三十一日，RPA 編製的資源和儲量 NI 43-101 技術報告。
- 二零一七年十二月三十一日，RPA 編製的資源和儲量草擬合資格人士報告。
- 二零一七年九月，RPA 編製的資源和儲量草擬合資格人士報告。
- 二零一六年八月，RPA 編製的資源和儲量 NI 43-101 技術報告(內部)。
- 二零一四年三月，RPA 編製的資源和儲量 NI 43-101 技術報告。
- 二零一二年三月，RPA 編製的資源和儲量 NI 43-101 技術報告。
- 二零零八年五月，Scott Wilson Roscoe Postle Associates Inc. (Scott Wilson RPA，RPA 的前身公司)進行的礦產儲量和資源審核。
- 二零零七年五月，Resource Modeling Inc. (RMI)進行的貝拉德羅礦模型審查。
- 二零零五年三月，巴理克黃金編製的 NI 43-101 技術報告。
- 二零零五年二月，RPA 進行的儲量程序審核。

Evans 先生負責該報告的總編製。Evans 先生對地質、取樣、化驗和資源預測工作進行了審查並負責第 3 至 12、14 和 23 章的編寫，同時為第 1、2、24、25、26 和 27 章撰稿。Ehasoo 先生對採礦、儲量預測和經濟指標進行了審查並負責第 15、16、19、21 和 22 章的編寫，同時為第 1、2、18、24、25、26 和 27 章撰稿。Krutzelmann 先生對冶金、環境和許可方面進行了審查並負責第 13、17 和 20 章的編寫，同時，還為第 1、2、18、24、25、26 和 27 章撰稿。

有關文件審查以及其他信息的來源列於該報告最後第 27 章的參考文獻部分。

### 合資格人士聲明

Luke Evans，理學碩士，專業工程師，RPA 負責地質和資源估計的副總裁兼首席地質學家。Evans 先生於一九八三年畢業於加拿大安大略省的多倫多大學，獲得地質工程(應用)學士學位；於一九八六年在加拿大安大略省金斯頓市女王大學，獲得礦產勘查科學碩士學位。彼獲註冊為安大略省專業工程師協會的專業工程師(註冊編號：#90345885)，而安大略省專業工程師協會屬聯交所上市規則第十八章第 18.21(2) 條所界定的公認專業組織。Evans 先生自畢業以後合共 34 年來一直擔任專業地質工程師。Evans 先生就技術報告而言的相關經驗是：

- 一九九五年以來，一直擔任諮詢地質工程師，專門負責資源和儲量估計、審計、技術援助和培訓。
- 作為一個顧問，對於世界各地許多勘探和採礦項目進行審核，並編製盡職調查和監管要求報告。
- 在魁北克的幾個黃金和賤金屬礦山，擔任負責勘探項目的高級項目地質學家。

Evans 先生獨立於發行人、其董事、高級管理人員及顧問，以及聯交所上市規則第十八章第 18.22 條及聯交所上市規則第 21 項應用指引第 14(g) 條下所有測試對其適用的貝拉德羅礦礦區。

Glen A. Ehasoo，專業工程師，RPA 首席採礦工程師。Ehasoo 先生於一九九八年畢業於英屬哥倫比亞省溫哥華市英屬哥倫比亞大學，獲得礦業與礦物加工工程應用學士學位。Ehasoo 先生獲註冊為不列顛哥倫比亞省專業工程師及地球學家協會的專業工程師(註冊編號：#34935)及安大略省專業工程師協會的專業工程師(註冊編號：#100229435)，而不列顛哥倫比亞省專業工程師及地球學家協會及安大略省專業工程師協會屬聯交所上市規則第十八章第 18.21(2) 條所界定的公認專業組織。Ehasoo 先生畢業以來曾作為一位採礦工程師工作超過 18 年。Ehasoo 先生就技術報告而言的相關經驗是：

- 露天礦山規劃和成本估算。

- 加拿大和國外露天礦運營經驗。
- 現金流模型和經濟分析。

Ehasoo先生獨立於發行人、其董事、高級管理人員及顧問，以及聯交所上市規則第十八章第18.22條及聯交所上市規則第21項應用指引第14(g)條下所有測試對其適用的貝拉德羅礦礦區。

Holger Krutzmann，專業工程師，RPA副首席冶金學家。Krutzmann先生於一九七八年畢業於加拿大安大略省金斯頓市女王大學，獲得採礦工程學士學位(礦物加工)。彼為安大略省專業工程師協會的註冊專業工程師(註冊編號：#90455304)，而安大略省專業工程師協會屬聯交所上市規則第十八章第18.21(2)條所界定的公認專業組織。Krutzmann先生畢業以來曾在礦物加工領域，在經營，冶金，管理和工程部門，工作40年。Krutzmann先生就技術報告而言的相關經驗是：

- 作為一個冶金顧問，審核和編寫過一些採礦作業和項目的盡職調查報告和財務監控要求報告。
- 擔任高級冶金／項目經理，在一家加拿大主要工程公司，負責過許多黃金和賤金屬研究。
- 擁有加拿大和美國數家加工處理各種金屬，包括銅、鋅、金和銀的選礦廠的管理和運營經驗。

Krutzmann先生獨立於發行人、其董事、高級管理人員及顧問，以及聯交所上市規則第十八章第18.22條及聯交所上市規則第21項應用指引第14(g)條下所有測試對其適用的貝拉德羅礦礦區。

### 彌償保證

根據山東黃金與RPA之間就此次工作所訂合約的標準條款及條件，山東黃金已向RPA提供彌償保證，數額限於此次工作下應付RPA的協定費用總額。

### 報告標準

本合資格人士報告乃遵循NI 43-101編製，NI 43-101包括加拿大採礦、冶金和石油學會(CIM)於二零一四年五月十日發佈的《礦產資源量和礦產儲量定義標準》(CIM(二零一四年)定義)。

本合資格人士報告中引述的礦產資源量和礦產儲量估計遵循CIM(二零一四年)定義。

## 縮略語表

該報告中使用的測量單位採用公制。除另有說明外，該報告中使用的所有貨幣單位均為美元(US\$)。

a	年	kWh	千瓦－小時
A	安培	L	公升
ARG	阿根廷比索	lb	磅
bbl	桶	L/s	每秒公升
Btu	英制熱量單位	m	米
°C	攝氏度	M	兆(百萬)；摩爾
C\$	加拿大元	m <sup>2</sup>	平方米
cal	卡路里	m <sup>3</sup>	立方米
cfm	每分鐘立方英尺	μ	微米
cm	厘米	MASL	海拔米
cm <sup>2</sup>	平方厘米	μg	微克
d	天，日	m <sup>3</sup> /h	每小時立方米
dia	直徑	mi	英里
dmt	乾公噸	min	分鐘
dwt	載重噸	μm	微米
°F	華氏度	mm	毫米
ft	英尺	mph	每小時英里
ft <sup>2</sup>	平方英尺	MVA	兆伏－安
ft <sup>3</sup>	立方英尺	MW	兆瓦
ft/s	每秒英尺	MWh	兆瓦－小時
g	克	oz	金衡制盎司(31.1035克)
G	千兆(十億)	oz/st, opt	每短噸盎司
gal	英制加侖	ppb	十億分之幾
g/L	每升克	ppm	百萬分之幾
gpm	每分鐘英制加侖	psia	每平方英寸磅(絕對值)
g/t	每噸克	psig	每平方英寸磅(計量值)
gr/ft <sup>3</sup>	每立方英尺粒數	RL	相對高程
gr/m <sup>3</sup>	每立方米粒數	s	秒
ha	公頃	st	短噸
hp	馬力	stpa	每年短噸
hr	小時	stpd	每天短噸
Hz	赫茲	t	噸
in.	英寸	tpa	每年公噸
in <sup>2</sup>	平方英寸	tpd	每天公噸
J	焦耳	US\$	美元
k	千	USg	美制加侖
kcal	千卡路里	USgpm	每分鐘美制加侖
kg	千克	V	伏特
km	千米	W	瓦特
km <sup>2</sup>	平方千米	wmt	濕公噸
km/h	每小時千米	wt%	重量百分比
kPa	千帕斯卡	yd <sup>3</sup>	立方碼
kVA	千伏－安	yr	年
kW	千瓦		

### 3 其他信息來源

該報告由RPA為山東黃金編製。該報告中包含的信息、結論、意見和預測數據的基礎為：

- RPA在編製該報告時所掌握的信息；
- 本報告所載假設、條件及資質；及
- Barrick、山東黃金和其他第三方信息源提供的數據、報告和其他信息。

為了編製該報告，RPA採用了MAGSRL提供的所有權信息。RPA沒有對貝拉德羅礦的相關產權或礦業權進行研究，也沒有對產權的所有權情況發表任何意見。

RPA在有關貝拉德羅礦收入的適用稅種、礦區使用費和其他支付收費或權益方面，得到了Barrick及山東黃金的指導。

任何第三方在省證券法規規定的用途以外使用該報告，一切風險由該使用方自行承擔。

### 4 礦權區描述及位置

#### 位置

貝拉德羅礦位於安第斯山脈的東側，距離智利／阿根廷邊界以東6千米處。該礦址位於阿根廷西北聖胡安省的伊格萊西亞地區，大約在南緯29°22'，西經69°57'。最近的主要人口和商業中心是位於貝拉德羅礦東南部的聖胡安省的省會，距離該礦大約280千米。驅車從聖胡安向北，經路面硬化的40號國家公路至436號省道(硬化路面)和皮斯曼塔村，再行經一條公共砂石路至圖得卡姆，總行程大約360千米。然後，從圖得卡姆駛上156千米全天候砂石路繼續前行，依次經過康肯塔山口、庫拉山谷和德斯帕波拉斯山口，最終到達貝拉德羅礦。該金礦的海拔高度在3,800米至4,800米之間。該礦的具體位置請參見圖4-1。

貝拉德羅礦由山東黃金和Barrick透過於MAGSRL的間接所有權而各自擁有50%權益。山東黃金於二零一七年六月三十日從Barrick收購MAGSRL的50%權益。除非另有說明，否則合資格人士報告內的所有數據反映貝拉德羅礦的100%權益，而並非山東黃金的50%按比例計算權益。

#### 土地使用權

從一九八九年開始，IPEEM一直是負責對聖胡安省某些礦業權進行管理並對省內勘探和開採執照進行招標和管理的省級礦業實體。因此，有些採礦執照由IPEEM持有，而其餘的採礦執照則由MAGSRL持有。RPA注意到，Barrick Exploraciones Argentina S.A.

(BEASA)在該地區控制著礦區附近的大片土地。該報告只列出了那些與貝拉德羅礦直接相關的礦業權和地面權。貝拉德羅礦特許經營權的勘探權是在一九九四年完成IPEEM舉辦的競標程序後首次頒發。

貝拉德羅礦由下列礦業產權構成：(i) 貝拉德羅礦業集團(根據相關省法律和IPEEM與MAGSRL簽署的(經過修訂的)《開採合同》，該礦業集團由八個屬IPEEM並由MAGSRL經營的礦區構成)；以及(ii) 費羅努特礦業集團(該礦業集團由五個屬MAGSRL的礦區構成，即：Ursulina Sur、Florencia 1、Gaby M、Rio 2和Rio 3。貝拉德羅產權的佔地面積約為14,447公頃。

根據《阿根廷礦業法》，採礦許可證並無到期日，但採礦許可證持有人需要繳納一定的年費並達到最低的資本投資要求，以使其處於良好狀態。截至二零一七年十二月三十一日，貝拉德羅礦在其現有礦業產權方面已符合這些要求。採礦許可證於二零一七年六月三十日繳納費用後已予重續。

關於這些礦業產權的詳細信息，請參見表4-1。該礦的使用權和相關配套設施的地面權以地役權方式取得。關於這些土地產權的詳細信息，請參見表4-2。土地產權如圖4-2所示。

表 4-1 採礦許可證

Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

採礦許可證及執照編號	採礦許可證 及執照名稱	持有人	面積(公頃)
<b>520-0314-M-99</b>	貝拉德羅礦業集團	<b>IPEEM</b>	<b>11,927.1</b>
338837-I-92	VE II	IPEEM	1,492.5
338888-I-92	VE LIII	IPEEM	1,500
338895-I-92	VE LX	IPEEM	1,500
338845-I-92	VE X	IPEEM	1,425
338849-I-92	VE XIV	IPEEM	1,500
338878-I-92	VE XLIII	IPEEM	1,520.6
338883-I-92	VE XLVIII	IPEEM	1,489
338851-I-92	VE XVI	IPEEM	1,500
<b>1124-M-525-2009</b>	費羅努特礦業集團	<b>MAGSRL</b>	<b>2,519.6</b>
425380-B-03	Ursulina Sur	MAGSRL	455.2
0676-F18-M-95	Rio 2	MAGSRL	600.0
0675-F18-M-95	Rio 3	MAGSRL	998.4
0764-F28-M-96	Gaby M	MAGSRL	269.5
296942-F-89	Florencia I	MAGSRL	196.5

表 4-2 地役權  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

編號	說明	持有人	面積(公頃)
1739-F18-A-95	營地及採礦設施	IPEEM	1,1927
425129-B-03	營地及採礦設施	MAGSRL	6,037
425255-B-03	道路及網絡設施	MAGSRL	400
295,232-M-89	道路	MAGSRL	約 60 千米
1124-418-M-2008	飛機跑道	MAGSRL	1,100

MAGSRL 對費羅努特礦業集團礦區擁有 100% 的直接所有權。該礦區位於貝拉德羅礦業集團礦區的東北部並與其毗鄰(圖 4-2)。貝拉德羅礦業集團礦區由 IPEEM 所有。通過其與 IPEEM 簽訂的開採合同和協議記錄，MAGSRL 獲得了對貝拉德羅礦 25 年的開採權，在這一期間，還可對費羅努特礦業集團礦區進行開發。合同到期後，MAGSRL 可自行決定是否繼續下一個 25 年的續期。

實際上，除該地區其他大片相鄰的土地外，MAGSRL 還掌控著費羅努特礦業集團和貝拉德羅礦業集團的所有地面。該金礦主要地面的地役權如圖 4-2 所示。圖 4-2 並無顯示與交通網絡和進出道路有關的地役權。

根據一九九三年五月依照聯邦法規施行的第 24.196 號法律以及依照該法規施行的相關省法律，生產礦井在阿根廷土地上提取礦物，需要向省政府繳納高達 3% 的「Boca Mina」礦區使用費。該「礦區使用費」被定義為提取礦物的銷售額減去一定的容許費用後的差值。除上述礦區使用費外，根據 MAGSRL 與 IPEEM 簽署的《開採合同》的條款，從貝拉德羅礦產權上提取金屬，包括從 Argenta 礦床上獲取礦物等生產活動，還要向 IPEEM 繳納 0.75% 的「Boca Mina」礦區使用費。

對於 Argenta 礦床，根據已獲批的《環境影響聲明》的條款，二零一二年一季度還要向一省級發展信托基金繳納根據在預計礦山服務年限內的產量，按黃金 1,500 美元／盎司和白銀 35 美元／盎司計算，相當於銷售額 1.5% 的額外礦區使用費。儘管 Argenta 的礦產儲量已開採完畢，目前仍有大約 80 萬噸的 Argenta 礦石庫存，其黃金含量達 14,100 盎司。

二零一三年九月，阿根廷通過了一項新政策，對阿根廷企業支付給個人和非居民投資者的股息紅利徵收 10% 的股息紅利稅。貝拉德羅礦認為，該代扣稅不適用於該金礦因現有稅收穩定安排而支付的股息紅利。該股息紅利稅已於二零一六年七月二十三日被新一屆阿根廷政府廢除。於二零一七年十二月二十九日，阿根廷採納兩級所得稅體制，維持相同 35% 實際稅率，惟收取 30% (二零一八年及二零一九年) 或 25% (二零二零年起) 企業所得稅以及 7% (二零一八年及二零一九年) 或 13% (二零二零年起) 股息稅。

二零一一年十月，阿根廷政府發佈了第1722號命令，要求原油、天然氣和礦業公司將所有從出口貿易得到的外幣收入匯出國外和兌換成阿根廷比索。阿根廷政府自二零一五年十二月起廢除外匯管制，不再強制將外幣調回阿根廷或兌換為阿根廷比索。

二零一一年六月，聖胡安省政府與省內運營的礦業公司，包括MAGSRL，簽訂了一份責任採礦協議，根據該協議，礦業公司同意在計算其3%的省礦區使用費時不扣除一定的費用。二零一一年十月，MAGSRL和IPEEM同意修改根據《開採合同》以同樣的標準計算應支付IPEEM的0.75%的礦區使用費的計算方法，因此，有效地改變了礦區使用費的計算方法為按金銀總售價的0.75%計算。

二零零二年，作為一項應急措施，阿根廷通過了一項對包括黃金在內的某些礦產品實行按5%的稅率徵收出口稅的政策。同時，有關部門聲稱，該出口稅是「臨時性」的。自二零零五年投入運營至二零一五年十二月二十一日新一屆阿根廷政府取消該稅期間，貝拉德羅礦的黃金出口都需繳納5%的出口稅。

MAGSRL已獲得所有必要的經營貝拉德羅礦的重要許可。

如第20章詳細闡述的，山谷堆浸設施要按照二零一四年第四次修訂的《礦區環境影響評估手冊》(EIA)中提出的某些監管參數運行。詳細情況請參見第20章中的闡述。已獲得相關監管部門批准的二零一四年修訂的《礦區環境影響評估手冊》和相關的二零一六年監管決議，規定了山谷堆浸設施觸發限值，即：一旦超出任何限值，將啟動山谷堆浸設施應急預案，限制新水的補給量及加入氰化物，直到不超限值為止。山谷堆浸設施的觸發限值設定如下：

山谷堆浸設施觸發限值	海拔高度參考值
洩漏物收集和回收系統(LCRS或SRRF)	3,914.7米
貴液存儲區(PSSA或AASR)水位	3,927米
最大洩漏物收集和回收系統(或SRRF)泵送(乾)速度	270立方米/天

當融雪引起堆浸液存儲區的水位超出二零一四年修訂的《礦區環境影響評估手冊》中規定的山谷堆浸設施觸發器限值時，貝拉德羅礦的運行可能會受到進一步的影響。在這種情況下，礦區可能需要啟動山谷堆浸設施應急預案，限制新水的補給量並停止向選礦溶液中加入氰化物，直到不超限值為止。

二零一五年九月，貝拉德羅金礦堆浸場的一處管道閘門損壞，導致含氰化物選礦溶液在事故發生時處於開啟狀態的泄水渠閘門流入附近排水道。MAGSRL將洩漏事故通知了監管部門。MAGSRL和獨立的第三方機構在事故發生後開展了環境監測。MAGSRL認為該監測結果表明事件沒有對該礦下游的社區居民的健康造成危害。二零一五年九月二十四日，

該礦撤銷了禁止向選礦作業中加入新氧化物的臨時性限制，金礦運行恢復正常。根據法院命令，對礦區的監督和監測還將一直持續。二零一六年四月十四日，按照當地部門的要求，MAGSRL 因本次事故繳納了總額約為 10 百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款。事故發生後，按照聖胡安省礦業主管部門(礦業部)的要求，MAGSRL 已對貝拉德羅金礦實施補救行動。

二零一六年九月八日，冰塊從堆浸場斜井滾下損毀了承載選礦溶液的管道，引致一些材料離開堆浸場。此材料(主要為選礦溶液飽和破碎礦石)承載於礦山現場並回到堆浸場。MAGSRL 在該區進行了全面的水監察，確認事件並無導致任何環境影響。礦業部及省級法院因該事件分別於二零一六年九月十五日及二零一六年九月二十二日頒令該礦暫停運營。二零一六年十月四日，於完成(其中包括)礦業部規定的若干緊急工作及礦場司法檢查後，聖胡安省級法院解除暫停運營的禁令，並頒令恢復採礦活動。

於二零一七年三月二十八日，該礦的監察系統偵測到堆浸場中承載含金選礦溶液的管道破裂。該溶液承載在運營地點內；概無溶液流至任何分流渠道或水道。所有受影響土壤被即時挖出及置於堆浸場。MAGSRL 將該情況通知了監管部門，而聖胡安省主管部門於二零一七年三月二十九日視察了場地。二零一七年三月二十九日，礦業部就該事件對 MAGSRL 發出違反通知，並頒令對堆浸場添加新氧化物實施暫時限制，直至系統的糾正行動完成為止。礦業主管部門於二零一七年六月十五日視察糾正行動後解除禁令。於二零一八年一月二十三日，按照當地部門的要求，MAGSRL 就二零一六年九月及二零一七年三月的事務繳納約 5.6 百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款，並向礦業部提出重新考慮的要求。於二零一八年三月二十八日，MAGSRL 獲通知礦業部已駁回重新考慮的要求；進一步上訴將提呈聖胡安省州長作出裁決。

RPA 尚不清楚該礦權區負有任何重大環境責任，或存在影響貝拉德羅礦的交通出入、土地權或運營能力的重大因素和風險。

圖 4-1 位置圖

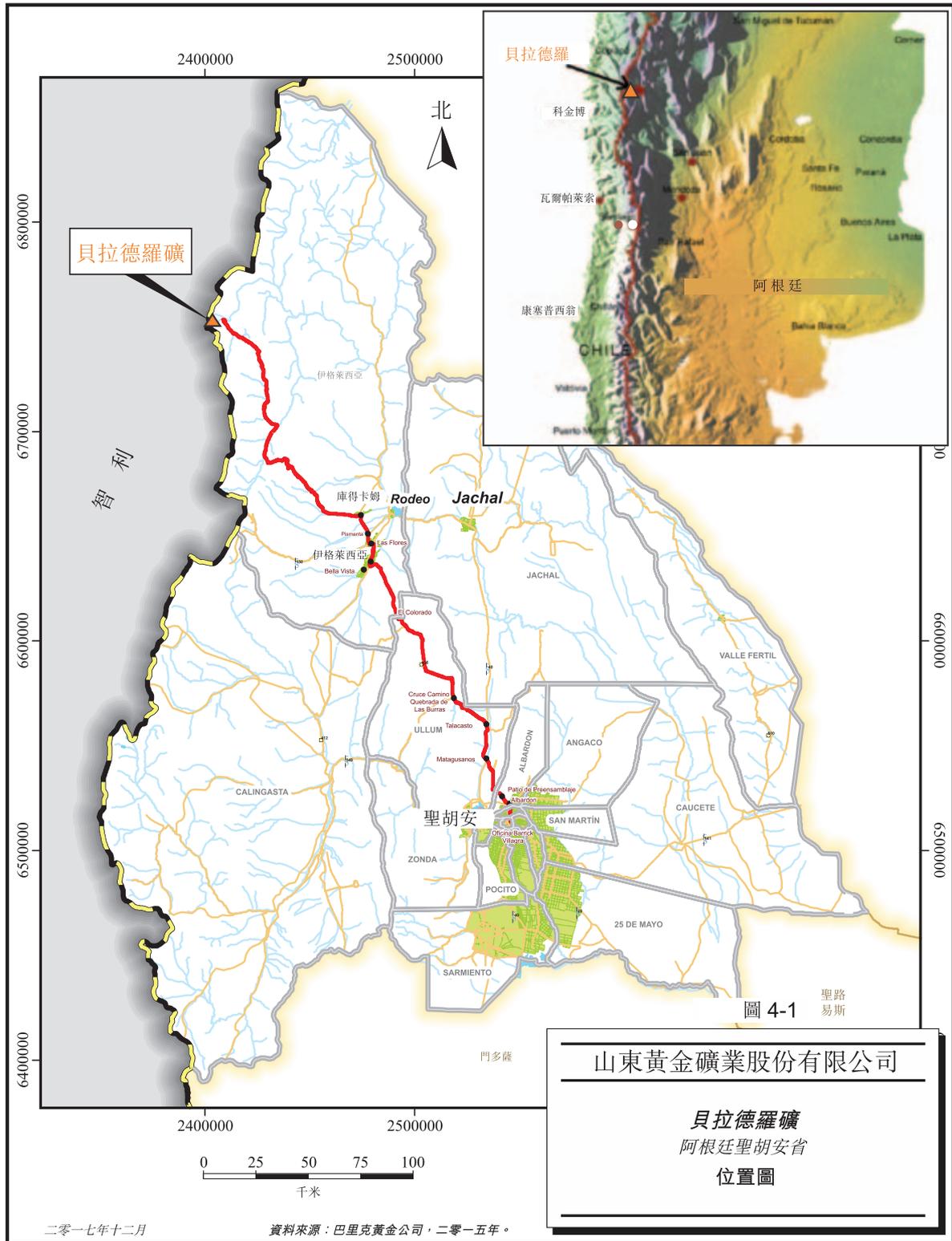
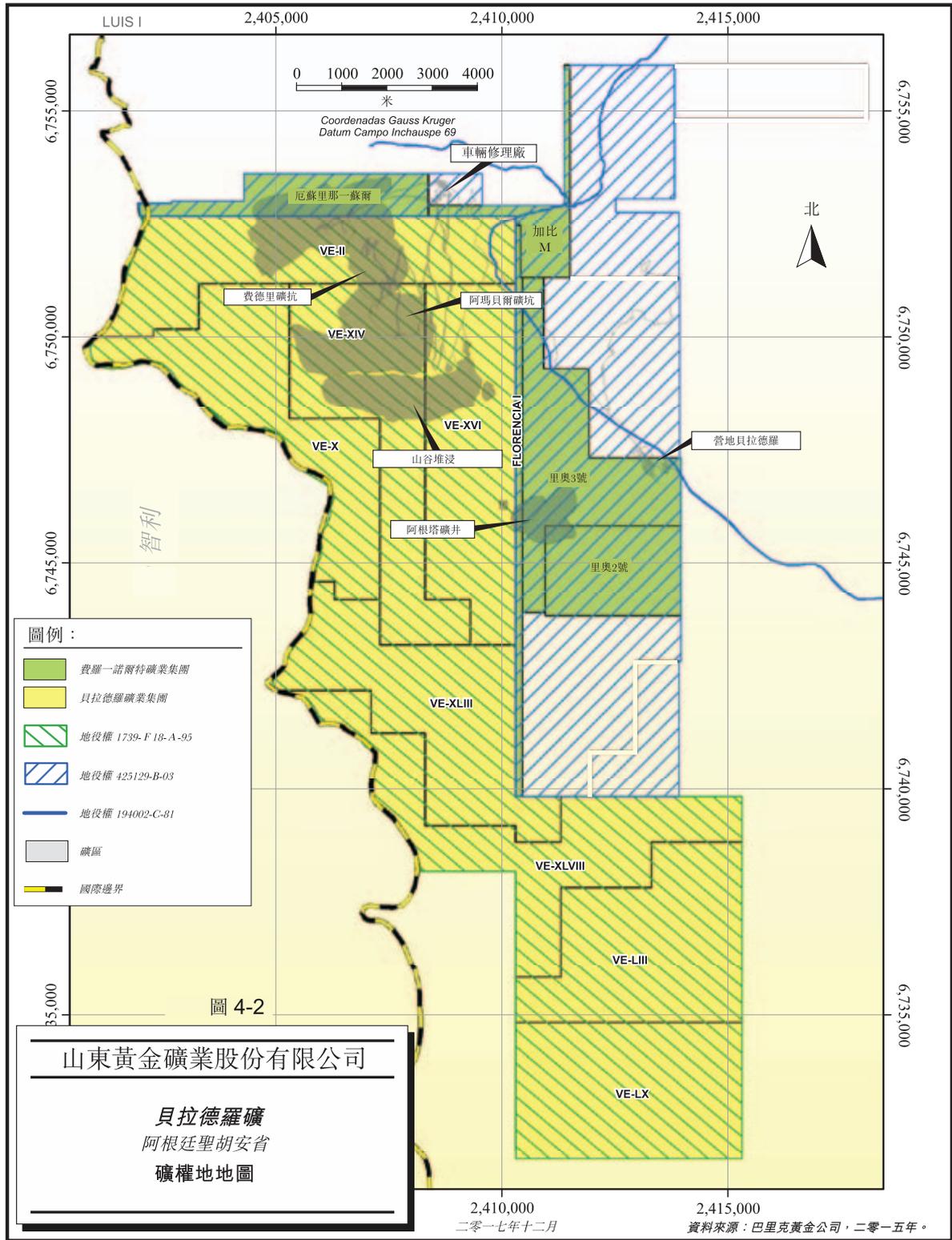


圖 4-2 礦權地地圖



## 5 交通情況、氣候、當地資源、基礎設施以及自然地理

### 交通情況

最近的主要人口和商業中心是位於貝拉德羅礦東南部的聖胡安省的省會，距離該礦大約280千米。驅車從聖胡安向北，經路面硬化的40號國家公路至436號省道(硬化路面)和皮斯曼塔村，再行經一條公共砂石路至圖得卡姆，總行程大約360千米。然後，從圖得卡姆駛上156千米全天候砂石路繼續前行，依次經過康肯塔山口、庫拉山谷和德斯帕波拉斯山口，最終到達貝拉德羅礦。

從聖胡安驅車到貝拉德羅礦大約需要六個小時。從聖胡安驅車到門多薩國際機場大約需要兩個小時。智利的聖地亞哥與阿根廷的門多薩間有定期的航班，阿根廷的布宜諾斯艾利斯也有至聖胡安的直達航班。

### 當地資源

貝拉德羅礦遠離較大的城鎮，礦區的生產生活要靠自給自足，礦區所需的物資要用卡車運送。礦區人員實行輪流工作休假制。生產人員工作14天+休息14天，每班工作12小時。管理人員則實行工作四天+休息三天或工作八天+休息六天工作制。礦上的生產常年不斷。

### 基礎設施

由於該礦地處偏遠地區，礦上生產所需的基礎設施需要自給自足。現時電力主要採用數台柴油發電機現場發電。選礦和降塵用工業用水從里奧得拉斯塔瓜斯獲得。生活用水從兩口水井中獲取。飲用水採用反滲透法進行處理。貝拉德羅礦區內建有四個好氧污水處理廠和一個原型污水處理廠，後者利用蠕蟲代替細菌分解生活垃圾。在出入通道旁，分別在塞普爾圖拉和培娜斯奎圖還建有兩個污水處理廠。

貝拉德羅礦採礦營地的生活設施包括礦工醫療急診設施、自助餐廳、健身房、辦公室及宿舍等。

其他基礎設施包括倉庫、卡車停車場、維修設施及分析實驗室等。

### 自然地理

貝拉德羅礦區位於崎嶇的山區，周圍有四壁陡峭的深谷。該金礦的海拔高度在3,800米至4,800米之間，具有典型的寒冷、乾燥、多風的高山氣候。植被較為稀少，主要集中在濕地區域。山坡上到處是裸露的岩石和崩積土，該金礦區內的覆岩厚度在很多地方高達170米。

最高氣溫出現在每年的十二月至二月間，最高日間氣溫通常在 10 °C 至 22 °C 之間，最低氣溫在 -5 °C 至 5 °C 之間。六月至八月為冬季，日間最高氣溫通常在 -10 °C 至 10 °C 之間，夜間最低氣溫在 -10 °C 至 -30 °C 之間。在海拔 4,400 米的地區，年度平均降水量預計在 200 毫米左右，大多降水為降雪。冬季氣候極為寒冷，常伴有強風，飛雪和嚴寒，會給進出礦區和礦區作業帶來不利影響。不時隨陣陣狂風漫天飛舞的岩石和砂礫通常會給礦區作業和進出礦區造成極大威脅。礦區內設有五個氣象站，可對當地的天氣條件進行實時觀測。

該礦位於里奧得拉斯塔瓜斯流域，該金礦區內有由德斯帕波拉斯、波特來裏羅斯、瓜拿哥桑佐、卡尼托以及其他溪流組成的長流河。貝拉德羅礦區的供水取自里奧得拉斯塔瓜斯山谷中的地表和地下水源。

該地區沒有永久居民。圖得卡姆是最近的村莊。

## 6 歷史

貝拉德羅礦區首先由阿根廷政府的地質學家於上世紀 80 年代末進行了勘探，並在貝拉德羅礦的蘇爾地區及其周圍區域發現了分散的金異常。這些金異常是他們在通過衛星圖像發現熱液蝕變中心後，在熱液蝕變中心進行現場勘查時發現的。一九八八年，該地區的採礦權由聯邦政府管理轉變為由省政府管理。一九八九年，聖胡安省設立了省級礦業實體 – IPEEM，負責對省內某些礦業權進行管理並對勘探和開採執照進行招標和管理。

一九九四年，IPEEM 在完成相關競標程序後，加拿大的初級勘探公司 – AGC 被授予貝拉德羅礦的勘探權。接著，AGC 與 Lac Minerals 簽訂了一份按六四比例合資的協議（後者佔 40%）。Lac Minerals 在此後不久即成為 Barrick 的附屬公司。

一九九五年，AGC 將其權益轉讓給了其附屬公司 – MAGSA。一九九六年至一九九八年間，MAGSA 和 Barrick 的合資公司對貝拉德羅產權進行了成功勘探。同時，Barrick 通過其附屬公司 – BEASA，對其毗鄰的擁有 100% 產權的 Ursulina Sur 產權進行了勘探（後者為拉瑪項目的一部分）。一九九九年年初，霍姆斯特克礦業公司收購了 AGC，並加強了對貝拉德羅礦的勘探。同時，Barrick 對 Ursulina Sur 產權上的 Filo Norte 或 Federico 礦床進行了界定。二零零一年十二月，霍姆斯特克公司和 Barrick 合併，使得 Barrick 通過 MAGSA 和 BEASA 獲得了對貝拉德羅礦 100% 的間接控制權。二零一六年，根據一項內部重組，MAGSA 由一家公司轉變為一家有限責任合夥企業，並更名為「MAGSRL」。二零一七年六月三十日，山東黃金透過收購 Barrick 於 MAGSRL 的 50% 間接權益向其收購貝拉德羅礦 50% 權益。

起初，MAGSA 和 Barrick 的合資公司的勘探工作主要集中在貝拉德羅蘇爾金異常上，但最終西北轉移並在今天的 Amable 礦床地區發現了與出露角礫岩體有關的明顯金礦化異常。一九九五年末進行的首次反循環鑽探，對該（布來查阿古斯提那）區域內的一個小資源（點）做出了界定，並將 MAGSA 和 Barrick 的合資公司的勘探重點轉移到了該產權上的其他角礫岩露頭上。

自貝拉德羅礦二零零五年投產以來，已從大約327百萬噸的礦石中回收了大約8.3百萬盎司的黃金和16.7百萬盎司的白銀，截至二零一八年三月三十一日，礦石的平均金銀含量為：金1.09克／噸，銀15.2克／噸。該礦的生產史詳見第16章。

## 7 地質背景及成礦作用

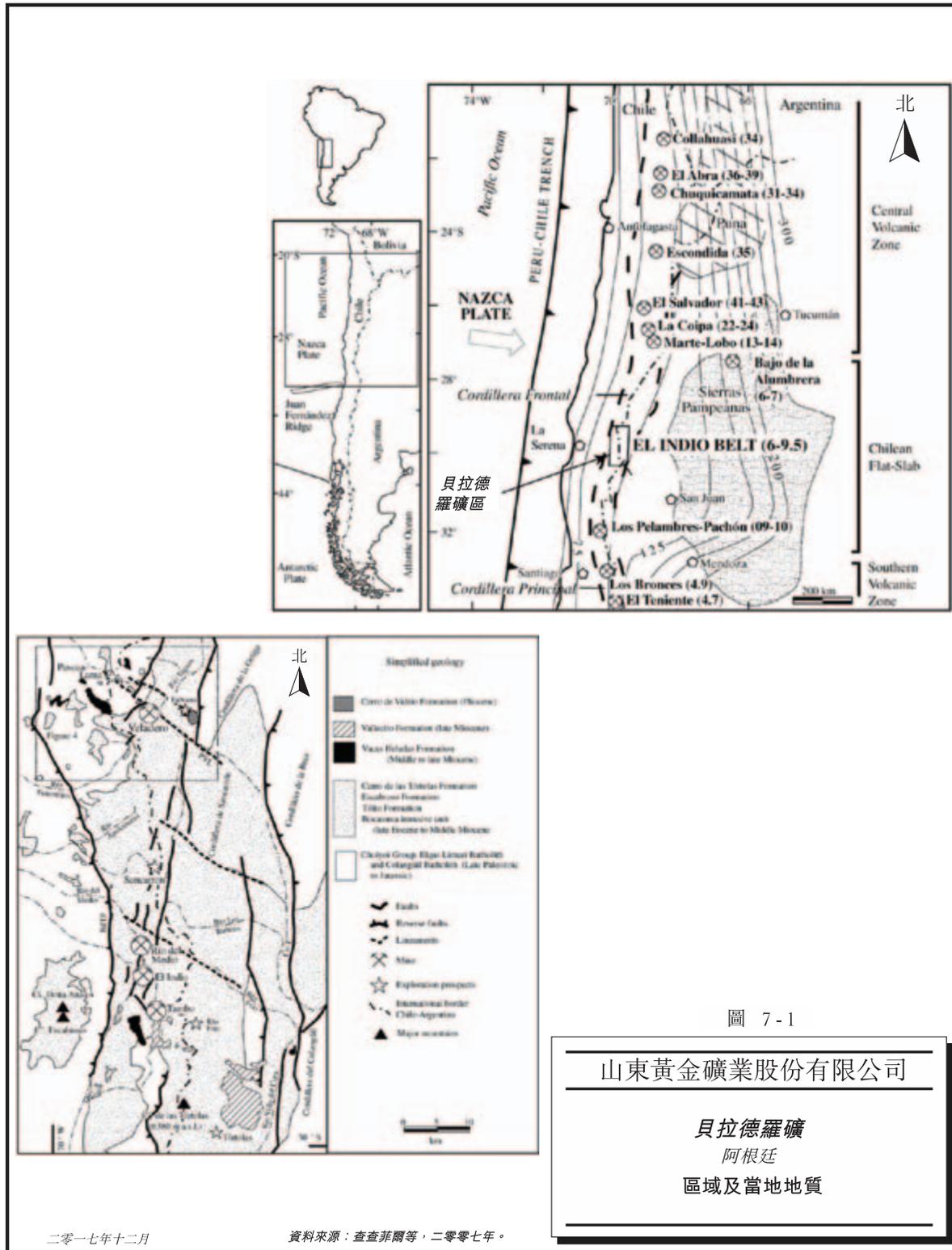
### 區域地質

貝拉德羅礦床位於埃爾印第奧(El Indio)金礦帶，其走向北東，長120千米、寬25千米，由二疊系到晚中新統的火山岩和侵入岩組成，賦存有許多熱液蝕變區和淺成熱液礦床(圖7-1)。該帶包括一個第三紀火山裂谷盆地，其內沉積了火山熔岩流和凝灰岩，其後被共生的侵入岩切穿。該帶的基底岩石包括安山質到流紋質凝灰岩、熔岩流以及二疊—三疊系崔尤(Choiyoi)建造的火山碎屑岩，其上非整合覆蓋了第三紀火成岩和火山岩，最老的岩株年齡為4000萬年，最新的凝灰岩、熔岩流以及火山碎屑岩的年齡為400萬年。盆地內的火山岩可以分為5個單元，從新到老為巴耶西托(Vallecito，500萬年-700萬年)，巴卡斯達斯(Vacas Heladas，900萬年-1,300萬年)，塞羅德爾拉斯托托拉(Cerro de las Tortolas，1,200萬年-1,900萬年)，伊斯卡波若瑟(Escabrosa，1,700萬年-2,100萬年)以及提力頭(Tilito，2,100萬年-2,700萬年)。所有這些單元包括來自火山中心的長英質和中—鐵鎂質的火山岩，就位在礦化帶內側和外緣。

埃爾印第奧金礦帶的區域構造主要為與第三紀東—西向區域擠壓作用有關的斷裂和裂隙系統。主斷裂系統為一系列的南—北走向的逆斷層，與其共生的為東—西向伸展裂隙系統以及030°至060°以及320°至300°的共軛剪切系統。侵入和火山中心集中在構造交接部位。南—北向的逆斷層接近火山裂谷盆地。這些構造方向對於貝拉德羅成礦的就位非常重要，且與該帶的其他礦床有關，包括阿爾圖拉斯(Alturas)、埃爾印第奧、帕斯卡—拉瑪(Pascua-Lama)和贊卡倫(Zancarron)礦床。

埃爾印第奧金礦帶在走向超過約120千米長的地段賦存有高硫和低硫型的礦化，從南部的阿爾圖拉斯礦床，中部的坦博—埃爾印第奧礦區到北部的貝拉德羅和帕斯卡—拉瑪礦床。該帶的淺成熱液礦床與第三紀構造方向有關。

圖 7-1 區域及當地地質



## 當地及礦區地質

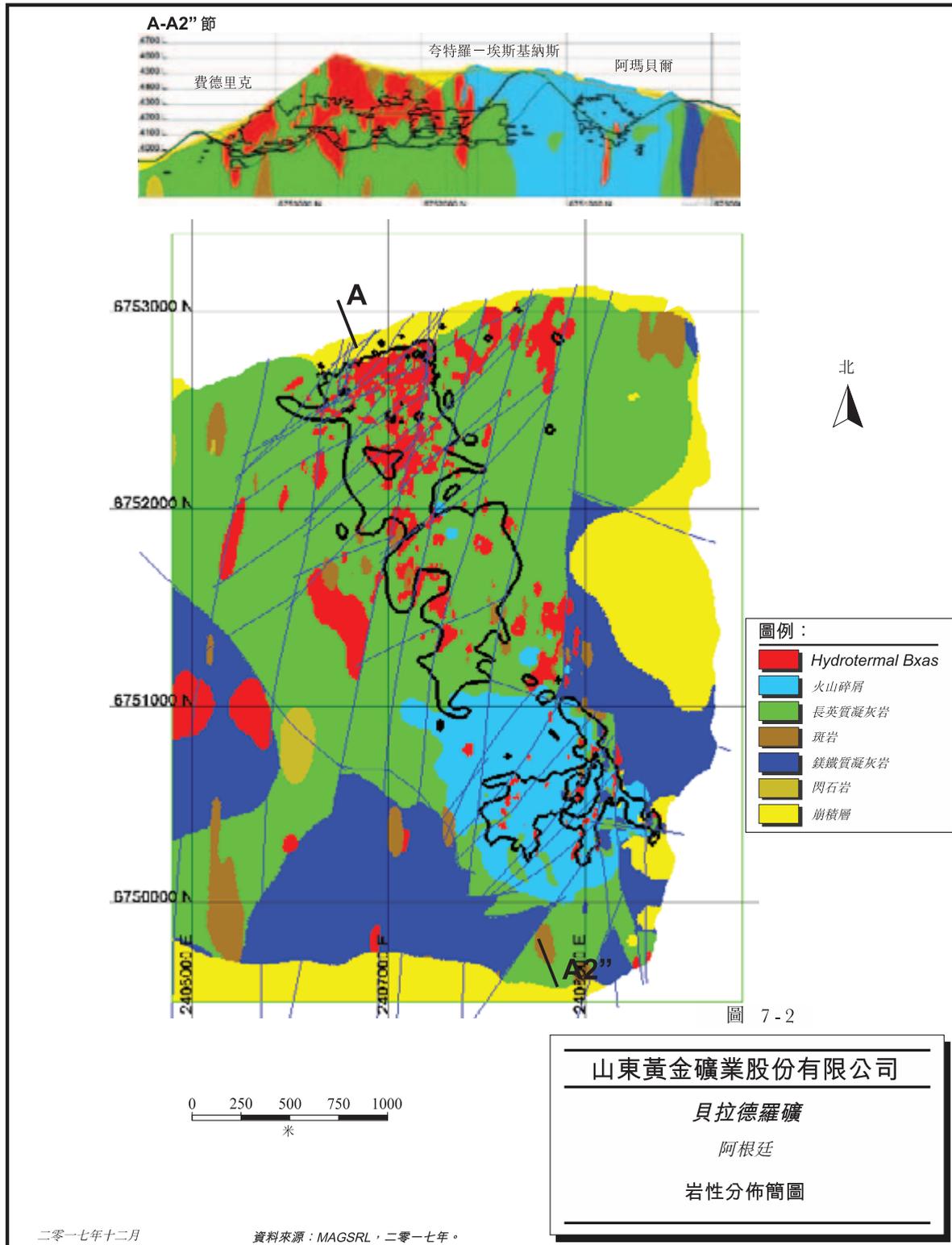
貝拉德羅礦床是一個深成氧化高硫型金銀礦床，圍岩是與中新世火山口穹窿雜岩體有關的火山碎屑沉積岩、凝灰岩和火山角礫岩。熱液蝕變具有典型高硫型金礦的特徵，核心發育矽化，向外發育高級泥化蝕變，周邊發育泥化和青磐岩化蝕變暈。金以細粒自然金顆粒的形式產出，主要分布在矽化帶和裂隙表面的鐵氧化物或鐵硫酸鹽薄膜內。銀礦化不同於金礦化，產出的範圍更大，更為彌散，可能代表了一次獨立的成礦事件。銅和其他賤金屬較少，且硫化物的成礦作用可以忽略。對金成礦作用起到主要控制作用的因素為構造、角礫岩、蝕變、賦礦岩石以及標高。

沿著西北15°走向的構造線，貝拉德羅礦床形成了一個寬闊的、浸染狀的3千米長的礦化帶。火山口穹窿雜岩體的核心是角礫岩化的塊狀基質支撐的侵入細粒火山碎屑岩，向外過渡為碎屑支撐角礫岩，最外部是火山岩圍岩。層狀凝灰岩單元呈環狀，分布在礦床的南端，覆蓋了部分侵入細粒火山碎屑岩和凝灰岩，這套凝灰岩是中心式噴發形成的碎屑物質。貝拉德羅礦床主要有3個礦體：南部的Amable礦體，中部的Cuatro Esquinas礦體和北部的Filo Federico礦體。Argenta礦體是一個小型衛星礦床，位於貝拉德羅礦床東南約5千米處。

Cuatro Esquinas礦體和Filo Federico礦體周邊的圍岩是一系列火山噴發角礫岩和凝灰岩，發育強烈的矽化蝕變。Amable礦體賦存在層狀火山碎屑角礫岩和凝灰岩，發育矽化和高級泥化蝕變。貝拉德羅礦床的許多區域由蓋層覆蓋，厚約40米，局部厚度可達170米。崩積層通常都未固結。

貝拉德羅的地下水位較深，低於設計礦坑的底部標高。在堆積層內也未見大量地下水。礦區簡化岩性見圖7-2。

圖 7-2 簡化岩性分佈



## 蝕變

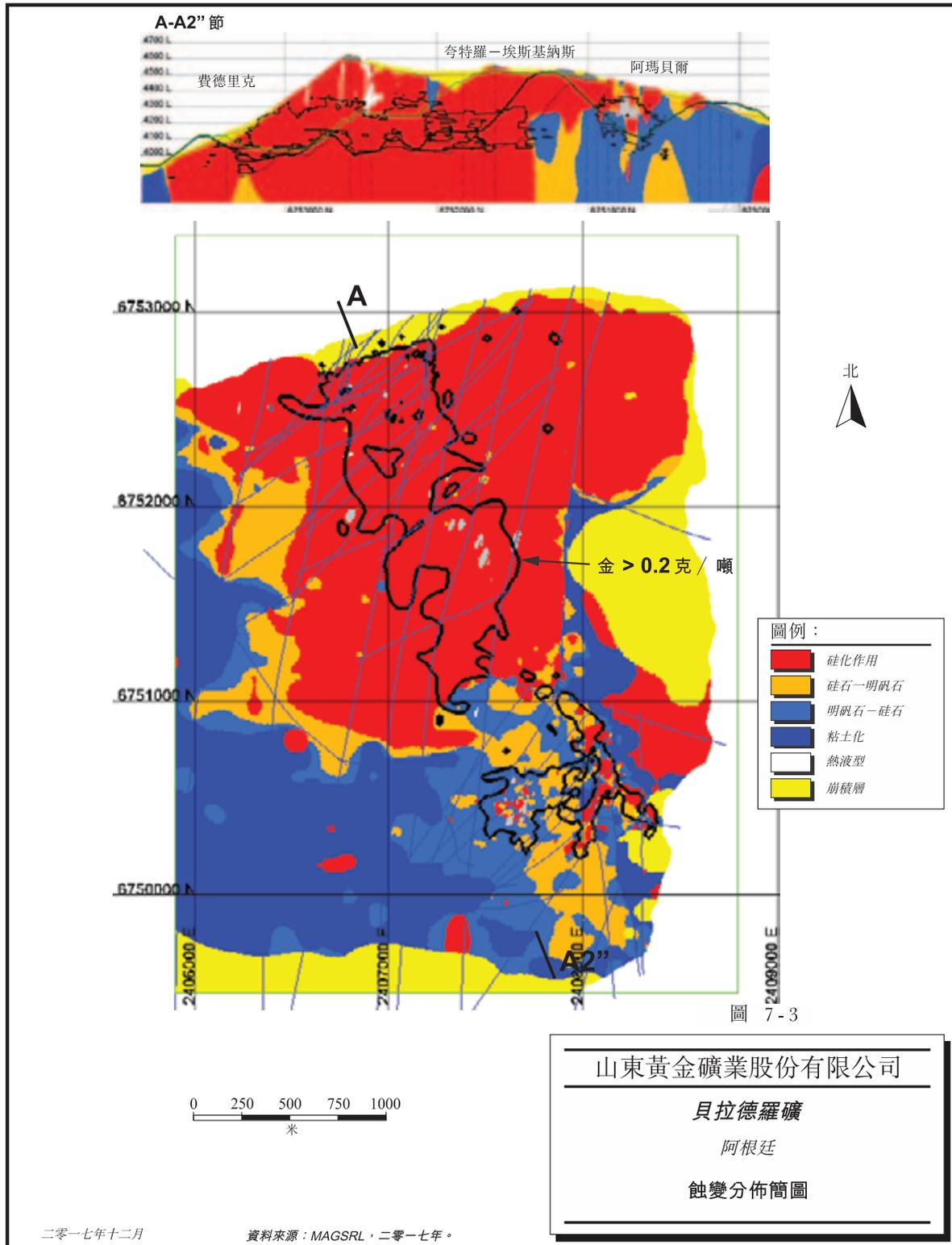
礦床蝕變為典型的高硫型蝕變組合，核心矽化，向外逐漸變為矽化／明礬石化，然後變為泥化蝕變。金礦化主要與矽化核有關，其主要由二氧化矽、赤鐵礦、針鐵礦和黃鉀鐵礬組成。出現少量硫化物礦化，其含量低於1%。

貝拉德羅礦床主要有3個礦體：南部的 Amable 礦體，中部的 Cuatro Esquinas 礦體和北部的 Filo Federico 礦體。新近發現的 Argenta 礦體是一個小型衛星礦床，位於 Amable 東南約5千米處。Federico 礦體和 Cuatro Esquinas 礦體周邊的圍岩是一系列火山噴發角礫岩和凝灰岩，發育強烈的矽化蝕變。Amable 礦體賦存在層狀火山碎屑角礫岩和凝灰岩，發育矽化和高級泥化蝕變。強烈矽化蝕變可能為多孔狀到塊狀。周圍岩石一般包括發育泥化和青礬岩化的中性火山熔岩、穹窿以及火山碎屑沉積物。

晚階段矽破壞事件形成了強烈的蒸汽單元，集中在北西走向主斷裂附近。該單元蝕變強烈，岩石強度很低。

礦區簡化的蝕變分佈見圖 7-3。

圖 7-3 簡化蝕變分佈



## 成礦作用

貝拉德羅貴金屬成礦作用受地層、構造方向以及標高控制。浸染狀金礦化形成了一個400-700米寬、3千米長的板狀礦帶，位於標高3,950米和4,400米之間。貝拉德羅可以分成3個主要礦體，南部的 Amable、中部的 Cuatro Esquinas 和北部的 Filo Federico (圖 7-4)。礦床所有礦體都以高硫型礦化為特徵。

金品位高於0.2克／噸的礦化範圍沿345°方向的區域構造帶延伸。礦化主要賦存在沿北西向受斷層控制的火山爆發角礫岩內。其中高品位礦化體的平均品位約4克／噸，其中1米的品位高達100克／噸，沿東走向的構造線長300米到500米，周圍被低品位礦化暈包圍，品位在0.1克／噸和1.0克／噸之間。

在 Amable 和 Cuatro Esquinas 之間有一不含礦區域，長約300米。從 Cuatro Esquinas 北部到 Filo Federico 金礦化的範圍是連續的。貝拉德羅礦化範圍內缺少深部已識別出的礦根或高品位供礦通道，也沒有證據表明形成了大量金屬的表生富集 (Barrick，二零零五年)。

圖 7-5 為顯示品位乘厚度 (GT) 的平面圖。

圖 7-4 4,150 米階地的金礦化

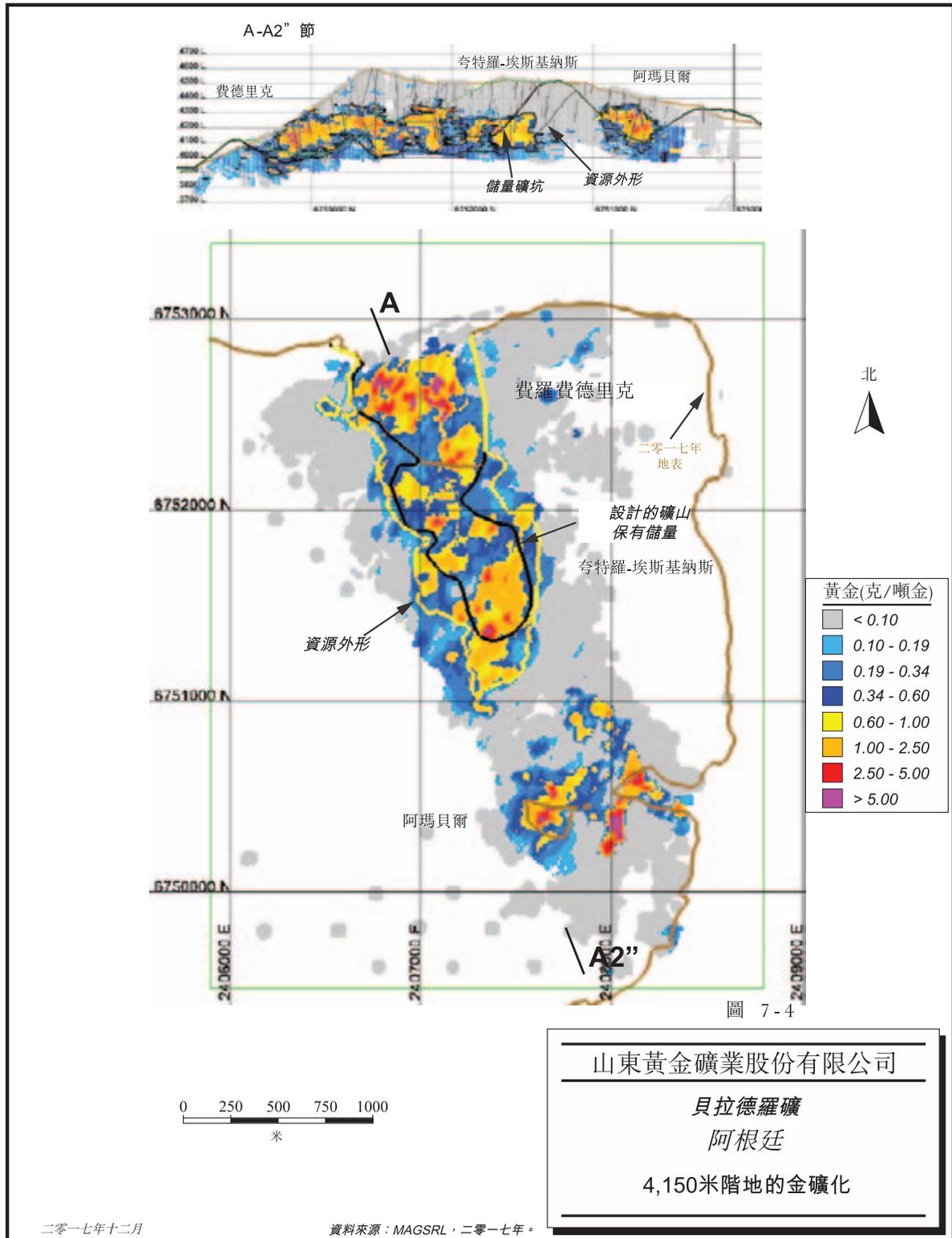
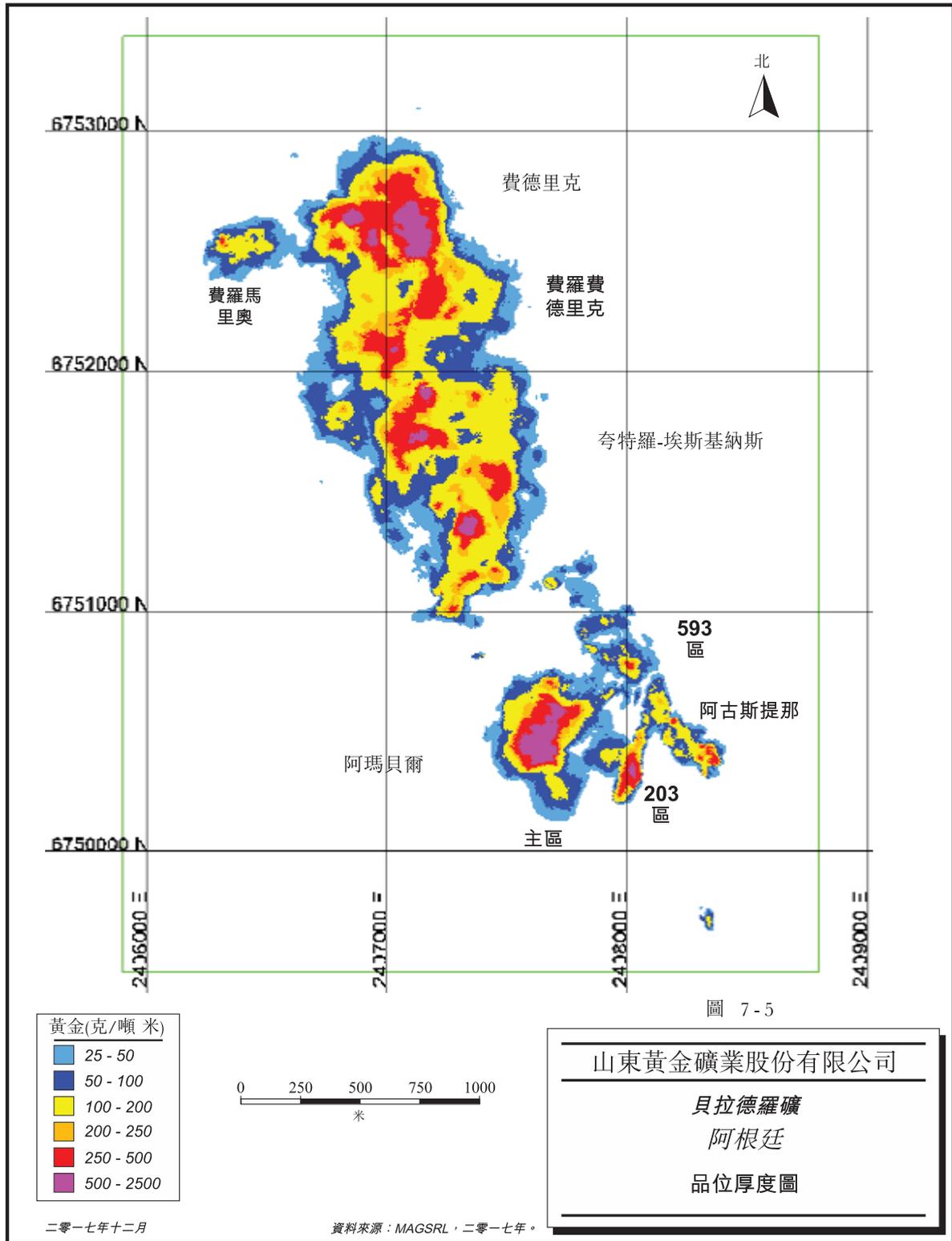


圖 7-5 顯示金品位乘厚度的平面圖



地表以下礦床的大致規模和深度見表 7-1。

表 7-1 礦床規模  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

礦體名	從底到頂(米)	大致規模(米)		
		長	寬	高
AMABLE 主區	50	600	350	400
593 區	90	350	100	150
203 區	80	500	150	200
Agostina	出露地表	200	60	200
CUATRO ESQUINAS	250 - 300	700	450	300
FILO FEDERICO	200	1,400	650	400
FILO MARIO	出露地表	400	200	100

貝拉德羅的各類岩石內都能發育金礦化，包括覆蓋層和發生了蒸汽熱蝕變的岩石。Filo Federico 和 Cuatro Esquinas 的主要圍岩是熱液角礫岩和長英質凝灰岩，Amable 的主要圍岩是火山碎屑角礫岩和中酸性凝灰岩。金的主成礦階段明顯早於火山噴發、酸釋放以及矽化和碎裂作用的主階段。其伴隨著或緊密地在鐵氧化物和黃鉀鐵礬深部沉澱之後形成。構造作用誘發的開放空間(裂隙區域，構造交接部位)、有利圍岩、角礫岩化、蝕變以及標高主要控制了金礦的定位。

貝拉德羅的金以自然金小顆粒呈浸染狀沿裂隙表面分布，通常與矽化有關，並與赤鐵礦、針鐵礦或黃鉀鐵礬共生。在岩相上發現了微量金碲化物，但含量很少。發現金顆粒被石英包裹，也被黃鉀鐵礬包裹。從許多鑽孔中肉眼可回收達 1 毫米的金顆粒，但大部分的貝拉德羅金顆粒小於 50 微米。岩相學研究表明金含有一些銀，總體的金純度或千分純度約 800 到 900。

Amable 和 Cuatro Esquinas 的有些區域內發現浸染狀的以及包裹在石英或殘留硫化物之內的金，顆粒小於 5 微米。相比之下，Filo Federico 和 Filo Mario 的金礦化主要包括位於顆粒表面或裂隙表面的金顆粒，可能暗示出金在兩個獨立成礦事件形成(SNCL，二零零二年)。

貝拉德羅的銀含量始終不規則。主要的載銀礦物為螺狀硫銀礦(硫化銀)。另外，在薄片上發現了自然銀、氯化銀以及載銀碲化物。在礦化區，銀和金表現了不同的分布特徵：部分銀礦化與金有關(銀與金比的值一般小於 20:1)；部分銀並沒有與金共生；同時，一些金有很少或不與銀共生。這些觀察到的銀和金的分布特徵說明具有多次貴金屬成礦事件(Barrick，二零零五年)。

銀顆粒一般小於5微米，大部分為典型的硫化銀、氯化銀(角銀礦)以及自然銀產出，所有都不同程度地包裹在石英中。

針鐵礦、赤鐵礦和黃鉀鐵礬為貝拉德羅礦體的主要脈石礦物，以粗糙狀到結晶裂隙薄膜、晶簇、角礫基質以及浸染狀產出。黃鉀鐵礬在 Amable 礦體含量較多，而 Filo Federico 以赤鐵礦和針鐵礦為主。

礦床的硫化物礦化可以忽略，總含量小於1%。黃鐵礦為最常見的硫化礦物，局部可達3%。目前的情況是，黃鐵礦以細粒浸染狀包裹在石英中或與石英交生，且並不明確其與金的共生關係。薄片觀察到的其他金屬硫化物為黃銅礦、閃鋅礦、斑銅礦、磁黃鐵礦、毒砂、辰砂和輝鉬礦；含量均較低。

從 Amable、Cuatro Esquinas 以及 Filo Federico 礦體(表 7-2)的 109 個鑽孔中採集的 5 米岩芯樣品的微量元素分析結果已經返回。在 9 個分析元素中，汞的含量是變化最大的，其次是砷。在 Amable 礦體，微量元素地球化學顯示出較寬的砷、銻、鉍和鉛的強異常。汞在整個礦區都是異常值，最高值在 Filo Federico，汞的含量在該地區超過了 10ppm。在該礦體，汞與強矽化長英質凝灰岩單元之間顯示了強相關性(Barrick，二零零五年)。

表 7-2 微量元素地球化學結果  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

	砷	銻	銅	汞	錳	鉬	鉛	銻	鋅
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
平均值	216.2	18.72	19.85	8.43	71.53	12.2	152.21	25.83	14.36
中值	71	4.6	13	1.92	51	10	62	7.7	7
標準差	687.56	80.54	66.26	58.31	208.76	9.85	302.52	82.07	37.65
範圍	9,999.5	1,999.9	3,850.5	3,802	6,594	270.5	9,999	1,999.9	959.5
最小值	0.5	0.1	0.5	0.01	2	0.5	1	0.1	0.5
最大值	10,000	2,000	3,851	3,802	6,596	271	10,000	2,000	960

資料來源：Barrick (二零零五年)

## 8 礦床類型

貝拉德羅礦床是一個深成氧化高硫型金銀礦床，圍岩是與中新世火山口穹窿雜岩體有關的火山碎屑沉積岩、凝灰岩和火山角礫岩。熱液蝕變具有典型高硫型金礦的特徵，核心發育矽化，向外發育高級泥化蝕變，周邊發育泥化和青磐岩化蝕變暈。金以細粒自然金顆粒的形式產出，主要分布在矽化帶和裂隙表面的鐵氧化物或鐵硫酸鹽薄膜內。銀礦化不同於金礦化，產出的範圍更大，更為彌散，可能代表了一次獨立的成礦事件。銅和其他賤金屬較少，且硫化物的成礦作用可以忽略。對金成礦作用起到主要控制作用的因素為構造、角礫岩、蝕變、賦礦岩石以及標高(Barrick，二零零五年)。

## 9 勘探

在二零零二年可行性研究完成之前進行了大規模的勘探項目。最初的鑽探項目是以構造交接部位具地表地球化學異常處(包括基岩、土壤以及篩分碎屑)為目標，且該處與可控源音頻大地電磁測深(CSAMT)高阻和低磁異常處吻合。

自二零零二年開始，完成了附加勘探和加密鑽探工作。在礦山開採權範圍內進行更多鑽探工作來勘探空白區。地質隊伍集中在埃爾印第奧金礦帶的阿根廷一側製定了長期的勘探計劃。區域勘探隊伍的知識和經驗發展而來的勘探目標準則正在轉給貝拉德羅地質隊伍。礦山地質信息將和區域勘探模型結合來確定更可能找礦成功的新的興趣區域。

一九九五年至二零一七年的鑽探工作將在下面第10章進行闡述。

## 10 鑽探

基於二零一七年二月之前的可用數據建立資源模型。該日期後鑽探了少量鑽孔，但結果尚未獲得。數據包括1,331個鑽孔，共深340,977米，以及490個地下碎裂面和剖面樣品，共計4,195米(表10-1)。超過95%的鑽探和碎裂樣品的金、銀分析結果見表10-1。鑽孔平面圖見圖10-1。鑽孔橫剖面的樣品見第14章。

超過80%鑽孔為反循環鑽探(RC)，剩餘部分為金剛石鑽孔(DDH)。在二零零二年和二零零三年，從地下勘探平硐共鑽進約28個金剛石鑽孔，共進尺度5,675米。大部分的地表金剛石鑽孔和反循環鑽孔朝西或南東方向沿陡傾斜方向鑽進。

反循環鑽孔使用5¼英寸到6英寸的三錐鑽頭，所有金剛石鑽孔開孔使用HQ、HQ2或HQ3尺寸的鑽具。當情況允許的時候，一些鑽孔減少到NQ直徑的鑽具。許多金剛石深鑽孔配合使用反循環鑽進開孔，尤其是在厚層表土覆蓋的區域。孔長從20米到601米。貝拉德羅許多矽化強烈發育部位和斷裂／角礫岩發育部位會造成鑽進過程緩慢，鑽頭使用時間變短以及每米鑽進成本的提高。岩芯鑽進的平均速度為每天24小時進尺僅17米，而反循環過程的平均速度為每天約52米。

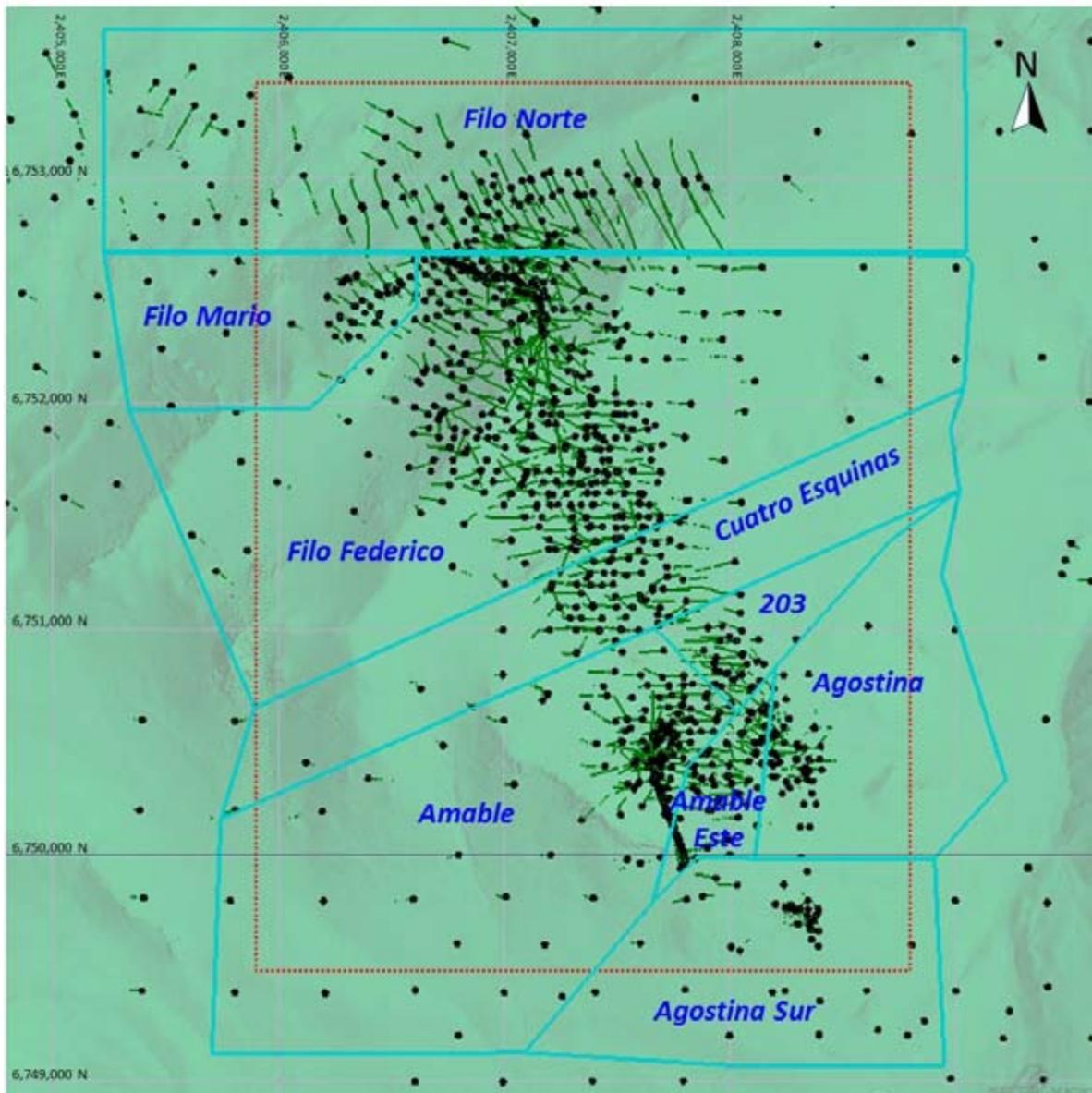
整個礦床的鑽孔間距是變化的。在 Amable 和 Filo Federico 礦坑的中部，平均鑽孔間距為35-40米，向外變為50-90米，到礦體外圍增加為約100-120米。礦化區之外的驗證孔距離礦體約400米，以確定廢石區域和其他基礎設施場地。

在二零一六年約完成了2個金剛石鑽孔及18個反循環鑽孔，共計進尺3,510米。下一個資源量模型將會於二零一七年二月數據截止日期後就二零一七年及二零一八年初完成的少量鑽探作出更新。

表 10-1 歷史鑽進總結  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

年份	類型	數量	總米數
一九九六年	反循環	40	4,218
一九九七年	反循環	16	2,259
一九九八年	反循環	48	14,708
一九九九年	金剛石	13	3,110
	反循環	116	32,976
	金剛石	17	4,882
二零零零年	反循環 – 金剛石	41	15,789
	反循環	358	97,036
	金剛石	32	8,802
二零零一年	反循環 – 金剛石	6	1,714
	反循環	119	44,834
	金剛石	9	3,174
二零零一年 / 二零零二年	隧洞口	490	4,195
二零零二年	反循環	72	14,932
	反循環_G	27	482
	反循環_W	26	509
	SDH	19	3,908
二零零三年	反循環	10	1,605
	SDH	9	1,767
二零零四年	反循環	24	8,007
二零零五年	反循環	22	5,136
二零零六年	反循環	37	9,298
二零零七年	反循環	65	8,224
二零零八年	反循環	32	7,217
	金剛石	4	960
	反循環	13	4,218
二零零九年	金剛石	3	960
	反循環	30	6,145
二零一零年	金剛石	7	2,323
	反循環	20	6,763
二零一一年	反循環	23	6,528
二零一二年	反循環	18	5,287
二零一三年	金剛石	3	1,443
	反循環	21	5,701
二零一四年	金剛石	1	350
二零一五年	反循環	10	2,202
	金剛石	2	619
二零一六年	反循環	18	2,891
<b>總結</b>			
	反循環共計	1,112	290,185
	金剛石共計	91	26,623
	反循環 – 金剛石共計	47	17,503
	反循環_G / 反循環_W 共計	53	991
	SDH 共計	28	5,675
	隧洞口共計	490	4,195
	<b>總計</b>	<b>1,821</b>	<b>345,172</b>

圖 10-1 鑽探平面圖



岩芯和反循環回收率

岩芯歷史回收率為 81%，且約 60% 樣品的岩芯回收率超過 80%。反循環鑽進歷史回收率平均為 70%，且只有約 35% 的樣品的回收率會超過 80%。較低的岩芯和反循環回收率可以歸因為貝拉德羅賦礦岩石具有大量裂隙及發育角礫岩化。

## 鑽孔取樣的可能誤差

超過約 80% 的鑽孔樣品取自反循環鑽孔。對比反循環鑽進和金剛石鑽進樣品的品位發現，金剛石岩芯樣品比臨近的反循環樣品含有更低的品位 (Resource Evaluation Inc., 二零零三年)。這種矛盾可以歸因為反循環可以採取大量樣品來回收更多地細粒樣品，這部分與金剛石鑽孔岩芯相比含有大量的金，尤其是在裂隙高度發育和多孔的部位，傾向於賦存更高品位的金。

聖富爾戈 (Sanfurgo, 二零零四年) 發現在 Amable 使用反循環鑽進時，當樣品回收率較低時獲得的金和銀品位降低，在 Filo Federico 獲得的品位更低。篩分試驗發現大部分的金存在細粒部分內，且金品位和裂隙密度之間有直接的聯繫。該結果說明在 Amable 的反循環鑽進得到金和銀的品位可能被低估了，現時已開採殆盡，Filo Federico 亦然。

RPA 公司總結認為，金剛石鑽進和反循環鑽進得到的金和銀品位可能被降低了。貝拉德羅礦開發了一種新的爆破孔取樣程序，與現有的爆破孔方法相比，可以取得較高比例可產生較高品位的細粒的更具代表性樣品。新的爆破孔取樣程序現已實施。

## 11 樣品的製備、分析和安全

### 採樣方法和途徑

取自最初 56 個反循環鑽孔 (鑽探 6,734 米) 的樣品的採樣間隔大於或等於 2 米。所有後來的反循環鑽探的採樣間隔均為 1 米。大部分反循環樣品通過乾式鑽探獲取。僅在鑽遇地下水或為防止鑽杆被黏住需要注水時才採取濕式採樣。雙旋流器系統用於盡可能多地收集反循環鑽孔的細粒物料。將來自第一段旋流器的廢氣給入第二段旋流器進一步收集細粒物料，細粒物料與來自採樣流程的所有碎屑放在一起。

鑽孔岩芯名義上按 1 米區段取樣，其取決於地質條件。鑽孔岩芯的最大採樣間隔為 2 米。採用水冷式金剛石鋸把岩芯劈裂成兩半；其中的一半經包裝後運送給被委托單位用於分析，另一半保留作為副樣或用於冶金樣品。

在工作工程中，從 509 米長的阿碼貝爾西面和 638 米長 Filo Federico 斜面上共獲得 5,150 米碎屑樣品，這些碎屑樣品大部分都是 1 米長水平切割樣品，採用風鑿從各個側壁和表面鑿取。分別從各下傾推進循環獲取的覆層料堆取樣，共獲得 7,181 個獨立樣品。覆層樣品不用於資源評估。

在刮去鑽孔上方物料後，採用鐵鏟從爆破孔碎屑堆的兩側切槽採取爆破孔樣品。大約有 12 千克爆破孔物料被送至礦山試驗室。鑽機有裙座，而且因為鑽機加水，因此在強風作

用下的細粒損失不是很嚴重的問題，在半凍結的情況下保存碎屑。除了定期更新金品位包絡線和地質線框圖以外，爆破孔數據未用於資源模型。

RPA 公司認為貝拉德羅的岩芯、反循環、地下碎屑和爆破孔採樣程序是合理的。

### 樣品的製備、分析和安全

在二零零零年一月之前，鑽探樣品的製備和分析由 CIMM 負責。CIMM 是一家位於智利聖地亞哥的獨立商業試驗室。所有的反循環鑽探樣品都是在現場收集，並分成 8 千克-10 千克的副樣，之後將樣品送至位於貝拉德羅營地的簡易制樣設施處。樣品在 50 ℃ 的條件下乾燥，採用顎式破碎機破碎至大約 5 毫米的粒度，之後使用對輥將樣品破碎至 -10 目。反循環樣品殘留物留在貝拉德羅。簡易設施始終無法滿足將樣品破碎至 100% 的 -2 毫米粒度的制樣要求，因此在完成第一階段 3,175 個鑽探樣品的制樣工作後，將停止使用這一設施。之後將所有的樣品送至 CIMM 位於聖胡安的制樣設施處。在此處將所有 8 千克-10 千克的反循環樣品破碎至 -2 毫米佔 100% 的粒度，之後分成 1.0 千克每袋的小樣，然後給入一個單循環 LM-2 流程中，並將樣品研磨至 -150 目佔 95% 的粒度。礦漿隨後分出 250 克送至 CIMM 的實驗室進行化驗。750 克礦漿碎屑送回 MAGSRL 儲存。

從二零零零年一月開始，智利科金博的 Bondar-Clegg (及其後繼公司——ALS Chemex) 被委托為替代 CIMM 的主試驗室，之後的反循環、岩芯和岩石碎屑樣品都在現場設施制樣。將所有的反循環樣品截段(或一半金剛石鑽孔樣品岩芯)送至制樣試驗室進行稱重、60 ℃ 乾燥，之後劈取 8 千克-10 千克樣品，其大約代表原始反循環樣品重量的 25%。粗粒碎屑保存於貝拉德羅，25% 的劈分樣品採用 Rhino 破碎至 -10 目佔 90% 的粒度，之後再次進行縮分，獲得 1.0 千克樣品。將此樣品送至門多薩在 60 ℃ 條件下烘乾，之後磨至 -150 目佔 95% 的粒度，採用分樣器分取 250 克樣品用於分析。二零一零年，智利聖地亞哥的 Acme Analytical Laboratories S.A.(Acme) 被委托作為主分析實驗室。從二零一二年開始，SGS 一直在其現場樣品製備設施中製備樣品，樣品在聖胡安的 SGS 試驗室中進行分析。

鑽孔岩芯、現場副樣和碎屑物料已經有序、完善地保持於聖胡安現場。250 克礦漿放入小塑料旋蓋容器中，儲存於 45 加侖的鼓狀容器中。

貝拉德羅的鑽探樣品和岩屑的標準分析方案包括採用 50 克礦漿採用火法分析法進行金品位初始分析和採用原子吸收法(AA)開展的分析。報告中金品位單位為 ppm，金品位檢測下限為 0.005ppm。對於銀，採用 1 克礦漿進行 4-酸(「總」)溶解，之後採用原子吸收法分析儀分析。銀品位單位以 ppm 表示，設置的檢測下限為銀含量 0.10ppm。

所有樣品中初始分析的金品位高於 3ppm 或銀品位高於 50ppm 的樣品均作為超限元素，使用 50 克火法融礦和重量分析法重新分析。重量火法分析法的檢測下限為金 0.1ppm，銀 0.35ppm。

針對複合鑽探樣品開展 10 元素地球化學分析，從 5 個 1 米鑽探樣品中取出樣品，混合成 10 克複合樣本礦漿。搖勻之後，採用 ICP 法對礦漿複合樣本開展銅、鉛、鋅、鎳、錳和鉬元素分析。採用蒸汽冷卻法分析水銀，採用氫化物發生法分析砷、鉍和銻。

在二零零三年，對金品位大約 0.4ppm 的鑽探樣品開展金銀 6 小時振動氫化物堆浸試驗，試驗所用樣品量為 20 克樣品礦漿。

以電子表格的形式接收分析結果，並在無外部操作的情況下將分析結果直接輸入 acQuire 數據庫。

在二零一二年，按照 SGS 的要求，委託 CIMM 和 Bondar-Clegg (ALS Chemex) 作為本項目的主分析試驗室。SGS 及 ALS Chemex ISO 均為 ISO 9001:2015 認可試驗室。針對鑽探樣品的其他分析工作和校核分析由包括 Alex Stewart、ALS Chemex/Geolab、Geoanalítica、SGS Lakefield、McClelland 和 Verilab 在內的其他試驗室完成。所有試驗室均獨立於山東黃金及 Barrick。自二零一二年起，所有的樣品的分析工作均由位於聖胡安的 SGS 試驗室完成。

岩屑和鑽探樣品都由 MAGSRL 員工運送至現場樣品製備設施處，該處為 SGS 設想的樣品存儲地。

爆破孔樣品由貝拉德羅礦山試驗室進行制樣與分析，貝拉德羅礦山試驗室是一個整潔的、現代化的和裝備精良的試驗室，試驗室裝備有試驗室信息管理系統(LIMS)和良好的內部質量保證/質量控制(質保/質控)和報告程序。爆破孔樣品經破碎至 -10 目佔 90% 的粒度後，再磨至 -200 目佔 95% 的粒度。這些樣品的金分析採用 40 克礦漿融樣火法分析和原子吸收法分析。對於銀，採用 1 克礦漿進行 4- 酸(「總」)溶解，之後採用原子吸收法分析儀分析。將所有樣品中初始分析的金品位高於 4ppm 或銀品位高於 100ppm 的樣品作為超限元素，使用重量分析法重新分析。

根據在貝拉德羅的數次現場視察以及對規程及程序的審查，RPA 公司認為樣品的製備、分析方案和安全措施都非常好，超過了工業實踐標準。基本上所有的相關樣品資源的分析都在知名和有信譽的獨立試驗室完成。

### 質量保證和質量控制

貝拉德羅礦的質控和質保程序是由顧問 Barry Smee 博士在一九九八年設計的，利用現存空白樣檢測污染；礦漿標準樣檢測準確度；加上用現場副樣、制樣副樣和礦漿副樣檢測精確度。質量控制樣品包括來自反循環碎屑、鑽孔岩芯和地下碎片採樣獲得的樣品。

空白樣由破碎的貧礦樣品組成，每四十個樣品插入一個空白樣。如果空白樣品分析結果表現出金或銀品位異常，試驗室將重新分析包括空白樣品在內的本組所有樣品。每三十個樣品中插入一個副樣，按照不同的間隔摻入以使試驗室無法掌握副樣的插入規律。如果副樣誤差超過誤差界限(通常為  $\pm 20\%$ )，則本組所有樣品均重新分析。

利用貝拉德羅物料製備出6個內部參考標準礦漿，礦漿品位覆蓋一定的品位範圍。將這些標準樣用於檢測試驗室化驗的準確度。與副樣的情況相同，如果試驗室分析結果超過預先設定的控制界限，則包括標準樣在內的本組所有樣品均需重新分析。標準礦漿按每三十個樣品插入一個的頻率插入。

每20個破碎樣品中取出一個樣品進行粒度分析，以確保粒度為-10目佔90%，在每20個磨礦樣品中取出一個樣品進行粒度分析，以確保磨礦細度為-150目佔95%。

在鑽探過程中或鑽探完成後，主要試驗室(Bondar-Clegg/ALS Chemex)分析的所有樣品的10%將在次級試驗室中進行重新分析，本項工作用於獨立核查主要試驗室的準確度。

在二零零六年，開始針對勘探和生產樣品採用標準質保／質控程序，包括內部標準樣、空白樣、現場副樣、碎屑副樣和礦漿副樣的標準插入頻率。目標插入率大約為標準樣佔5%，空白樣佔2%，現場、碎屑和礦漿副樣總共佔5%。另外，將大約5%的礦漿樣品送至外部試驗室，並按一定的規定開展篩分試驗。目前，貝拉德羅勘探樣品的插入率大約為標準樣、空白樣和副樣各佔4%，外部校核分析樣佔5%。目前爆破孔樣品的插入率為每三十個樣品中1個標準樣、1個空白樣和2個副樣(現場、碎屑和礦漿)。

至少每年編製一次詳細的質量控制報告，或者各主要採樣工程完成後都需要編製質量控制報告。本報告包括控制章節和對目前報告期間的質量控制結果的闡述。

自一九九八年至二零零二年，均由 Barry Smee 完成年度貝拉德羅採樣分析質保／質控報告的編製。二零零三年，由資源評估公司和 Micon 國際有限公司分別完成了連同資源和儲量審計在內的貝拉德羅數據庫覆核。

勘探樣品的整體採樣和分析精確度在含金0.5克／噸時大約為10%(Smee，二零零一年和二零零二年)。這一結果對金礦來講非常好，表明大部分的金是按細粒均勻分布的。與資源相關的樣品的標準樣和外部校核分析數據沒有顯示出嚴重的分析偏差。

貝拉德羅礦山試驗室成立於二零零四年十一月。所有爆破孔樣品均在礦石試驗室進行分析，礦山試驗室有自己的質保／質控程序。於二零零五年六月由 Analytical Solutions Ltd.

(ASL)的琳達·布羅姆對試驗室開展了檢查，檢查結果表明，礦山試驗室是一個擁有良好樣品製備、分析和質控程序設計的試驗室(ASL，二零零五年)。試驗室各項程序都非常好，是標準的金分析工業實踐試驗室。檢查發現的試驗室亮點包括：

1. 試驗室信息管理系統可以提供工藝水平的信息控制。
2. 樣品的條形代碼可以提高查找效率，使弄混樣品的可能性降低到最低。
3. 非常重視分析質控。
4. ASL 試驗室審計表格得分為 93%，分數相當高。

ASL 於二零零六年十二月再次對試驗室進行了檢查。二零零六年 Barrick 員工對礦山試驗室的準確度、精確度和其他較小的問題進行了重新的認識，並由 Harwardt (二零零六年) 和 ASL (二零零六年) 進行了確認。Barrick 在二零零六年在程序上完成了一定的改變，在二零零七年礦山試驗室分析得到大幅提升。

質保／質控條款和結果也由 Scott Wilson RPA 於二零零七年 (Scott Wilson RPA，二零零八年) 進行了覆核。二零零七年提供給 Scott Wilson RPA 的礦山試驗室內部參考保證結果表明礦山試驗室金分析是準確的，一般無偏差。acquire 數據庫管理者提供每月和每季的質保／質控報告。二零一一年至二零一七年，礦山試驗室控制章程均由 RPA 進行快速可視覆核，覆核後未發現嚴重的問題。

RPA 認為貝拉德羅礦在勘探和製備樣品上的質保／質控實踐是可接受的且超過工業標準。

## 12 數據驗證

貝拉德羅資源數據庫一般由阿根廷黃金礦業有限公司員工採用 Vulcan 數據驗證模型和 Gemcom 軟件程序進行驗證，用於確定數據中可能存在的任何矛盾或邏輯錯誤。礦山員工也按照一定的規則在屏幕上對鑽孔數據進行可視化檢查。外部審計人員會對電子數據庫、樣品提交文件、質保／質控記錄、重要的分析認證、鑽孔編錄和其他地質記錄進行抽查，以發現錯誤、矛盾或統計異常。

作為貝拉德羅採樣和質保／質控程序的年度審計的一部分，Barry Smee 博士對電子數據庫和重要的分析驗證進行了數據抽查，抽查中沒有發現任何差異。同時他還核查了原始樣品記錄本中的樣品標籤數量，發現與電子數據庫中的樣品數量有很好的相關性。

Smee (二零零一年) 聲明隨機抽取 18 個 Bondar Clegg 分析驗證與主數據庫數值進行了對比，18 個分析驗證代表大約 1,000 個樣品，或 1.5% 的總計 2,000 和 2,001 個樣品。在兩組數據對比中沒有發現差異或錯誤。

在二零零三年資源審查過程中，在電子數據庫中通過與分析驗證對比，資源評估公司 (REI) 核查了 5% 的貝拉德羅分析間隔，發現了小於 0.5% 的出錯率，這一出錯率是可以接受的。REI 發現電子數據庫中某些金分析結果的第三位小數以後的數據出現了缺失。這一結果與錯誤的輸入—輸出設置有關，不是主數據庫的問題。這個錯誤修正之後，整個數據庫由 Barrick (二零零五年) 再次進行了覆核，特別在數據格式方面查找任何其他可能存在的錯誤。沒有發現其他錯誤。

在二零零七年，RPA 用主數據庫審核了鑽孔編錄、分析驗證和二零零五年鑽探的 DDH073 和 RC628、二零零六年鑽探的 RC660、二零零七年鑽探的 RC738 鑽孔下調查數據的電子副本，覆核中未發現實質性錯誤。僅發現有與 DDH073 鑽孔北向坐標相關的少量數據編號錯誤。RPA 也使用了許多 Access 查詢、Gemcom 數據庫驗證程序和可視檢測法，沒有發現存在實質性數據庫驗證問題，驗證中已充分考慮了數據庫的大小。

自二零零四年起 AcQuire 軟件已用於爆破孔數據管理。二零一一年七月，將勘探數據轉送至 AcQuire。開展的電子對比證明其與 MS Access 中早期主要數據沒有差別。另外，由礦山調查者 (Vildoza，二零一一年) 對自從二零零五年開始鑽探的鑽孔的所有孔口坐標校對，並對自一九九五年至二零零四年鑽探的 32 個鑽孔的分析結果與分析鑒定結果進行校對，沒有發現錯誤 (Berbe，二零一一年)。

二零一六年六月，RPA 採用分析鑒定結果對 AcQuire 的分析數據進行抽查，沒有發現錯誤值。

RPA 認為鑽孔數據集可以用於支持資源與儲量的評估工作。

## 13 選礦和冶金試驗

### 選礦試驗

用於支持可行性研究的初始選礦試驗是由位於美國內華達州里諾的 McClelland Laboratories Inc.(MLI) 完成的。就 Amable、Filo Federico 及 Cuatro Esquinas 礦區的勘探平巷表面鑽探及地面鑽探的反循環鑽探及金剛石鑽孔勘探樣品進行滾瓶、柱浸和攪拌堆浸試驗以選出適用於貝拉德羅礦的工藝方法，並將其用於評估營運成本和金屬回收率。

在貝拉德羅礦山運營過程中，經常從浸堆上採取樣品以證明其回收率並未隨時間改變。滾瓶試驗時間為 96 小時，柱浸時間試驗為 30 天。隨著時間的推移，堆浸廠 60 天堆浸循環的回收率曲線與試驗結果表現出極好的相關性。選別特性根據金品位和礦石類型的不同以及是否是破碎 (CRUSH) 的礦石或原礦 (ROM) 而變化很大。第二類礦石以二氧化矽中細

粒浸染狀金含量的增加為特點，相對於第一類礦石，第二類礦石中二氧化矽中細粒硫銀礦的存在限制了礦石中金和銀的回收率。因此，第二類礦石回收率更低。貝拉德羅礦現時所用的回收率公式見表 13-1。Amable 及 Argenta 礦坑已經開採完畢，因此在相關的回收率公式中並不包括在內。

冶金部分內容見第 14 部分，圖 14-5。

**表 13-1 平均金回收率公式**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

礦石類型	金品位(克/噸)	回收率公式(%)
Federico Filo 第一類礦石(破碎)	金 ≤ 0.3	60
	0.3 ≤ 金	38.4 * 金(克/噸) + 55
	0.5 ≤ 1.6	2.4 * 金(克/噸) + 77
	1.6 ≤ 2.0	10.0 * 金(克/噸) + 65
	2.0 ≤ 金 < 3.0	2.0 * 金(克/噸) + 81
	3.0 ≤ 金	87
Federico Filo 第二類礦石(破碎)	金 ≤ 0.5	40
	0.5 ≤ 金 < 1.0	4.0 * 金(克/噸) + 38
	1.0 ≤ 金 < 3.0	14 * 金(克/噸) + 28
	3.0 ≤ 金	70
Federico Filo 第一類礦石(原礦)	金 > 0	60
Federico Filo 第二類礦石(原礦)	金 > 0	所估算第二類(破碎)回收率的 60%

估計 Filo Federico 第一類破碎礦石和第二類破碎礦石中銀的回收率為 10.6%；假設第一類原礦石和第二類原礦石中銀的回收率均為零。

RPA 評估了二零一六年和二零一七年的全年生產。評估結果匯總於表 13-2。

表 13-2 生產評估  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

	二零一七年			二零一六年		
	實際數據	預算值	方差	實際數據	預算值	方差
<b>破碎廠</b>						
破碎礦石(乾公噸)	26,515,006	26,494,525	0.08%	24,350,138	27,078,389	-10.08%
破碎金礦石(克/噸)	1.06	1.19	-10.44%	0.86	0.93	-7.90%
破碎銀礦石(克/噸)	12.8	13.8	-6.73%	11.8	11.2	4.95%
原礦石(乾公噸)	1,605,132	3,429,885	-53.20%	3,675,997	2,443,346	50.45%
金原礦石(克/噸)	0.33	0.36	-9.77%	0.42	0.27	55.47%
銀原礦石(克/噸)	8.8	7.4	18.85%	4.5	4.5	-1.64%
<b>堆浸場</b>						
總堆放礦石(乾公噸)	28,848,621	29,924,410	-3.60%	28,028,112	29,521,736	-5.06%
礦堆含金量(克/噸)	1.02	1.09	-7.12%	0.80	0.88	-8.70%
礦堆含金量(盎司)	942,169	1,052,274	-10.46%	723,654	834,884	-13.32%
礦堆可回收金(盎司)	725,003	800,537	-9.44%	561,328	660,755	-15.05%
礦堆含銀量(克/噸)	12.6	13.0	-3.55%	10.8	10.6	1.40%
礦堆含銀量(盎司)	11,654,325	12,534,334	-7.02%	9,730,482	10,107,276	-3.73%
礦堆可回收銀(盎司)	1,175,373	1,405,985	-16.40%	975,499	1,170,087	-16.63%
<b>Merrill Crowe 選礦廠</b>						
給料數量(立方米)	20,270,856	24,069,925	-15.78%	23,212,257	23,393,778	-0.78%
貴液金品位(克/升)	1.04	1.09	-5.06%	0.76	0.91	-16.38%
貧液金品位(克/升)	0.02	0.03	-32.53%	0.04	0.03	18.61%
<b>精煉</b>						
總產金量(盎司)	641,103	820,542	-21.87%	544,155	683,924	-20.44%
總產銀量(盎司)	835,863	1,556,468	-46.30%	1,526,825	1,162,755	31.31%
<b>浸堆存量</b>						
金(盎司)	336,310			252,410		
<b>回收率</b>						
金	77.0%			77.6%		
銀	11.3%			11.3%		
<b>汞</b>						
產量(千克)	54,469			134,186		
銷售(千克)	56,973			0		

附註：由於約整，數字加總可能不等於合計。

二零一六年的總堆放礦石量低於預算值，方差為-5%。這是由於九月因管道受損而暫停堆浸運作所致。

二零一七年的總堆放礦石量略微低於預算值約4%，然而破碎礦石部分則與預算水平相符。

浸堆金存量從二零一六年約252,000盎司增加至截至二零一七年十二月三十一日的336,000盎司。

表 13-3 中列出二零一八年第一季度加上先前五年的產量，數據顯示出整體上生產數字具有的一致性。良好的運營情況維持了其恒定的產出。

表 13-3 生產評估  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

	二零一八年					
	第一季度	二零一七年	二零一六年	二零一五年	二零一四年	二零一三年
	實際數據	實際數據	實際數據	實際數據	實際數據	實際數據
<b>破碎廠</b>						
破碎礦石(乾公噸)	7,384,978	26,515,066	24,350,138	26,647,530	27,526,320	26,768,425
破碎金礦石(克/噸)	1.09	1.06	0.86	0.84	1.03	0.98
破碎銀礦石(克/噸)	28.9	12.8	11.8	21.4	11.9	14.3
原礦石(乾公噸)	535,042	1,605,132	3,675,997	1,737,410	1,973,424	2,317,912
金原礦石(克/噸)	0.37	0.33	0.42	0.51	0.48	0.39
銀原礦石(克/噸)	14.1	8.8	4.5	17.1	8.6	5.4
<b>堆浸場</b>						
總堆放礦石(乾公噸)	7,920,020	28,848,621	28,028,112	28,384,940	29,499,744	29,086,337
礦堆含金量(克/噸)	1.04	1.02	0.80	0.82	1.00	0.94
礦堆含金量(盎司)	264,505	942,169	723,654	751,918	945,655	876,133
礦堆可回收金(盎司)	183,107	725,003	561,328	588,241	739,923	671,344
礦堆含銀量(克/噸)	27.9	12.6	10.8	21.2	11.6	13.6
礦堆含銀量(盎司)	7,111,778	11,654,325	9,730,482	19,306,826	11,043,980	12,675,229
礦堆可回收銀(盎司)	824,278	1,175,373	975,499	1,952,082	1,032,986	950,882
<b>Merrill Crowe 選礦廠</b>						
給料數量(立方米)	5,816,347	20,270,856	23,212,257	23,978,817	23,070,823	20,962,562
貴液金品位(克/升)	0.80	1.04	0.76	0.79	1.00	1.33
貧液金品位(克/升)	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04	0.03
<b>精煉</b>						
總產金量(盎司)	146,900	641,103	544,155	601,444	722,418	640,697
總產銀量(盎司)	191,233	835,863	1,526,825	1,340,585	1,391,715	2,466,064
<b>浸堆存量</b>						
金(盎司)	372,475	336,310	252,410	235,236	248,439	230,935

	二零一八年					
	第一季度	二零一七年	二零一六年	二零一五年	二零一四年	二零一三年
	實際數據	實際數據	實際數據	實際數據	實際數據	實際數據
回收率						
金	69.2%	77.0%	77.6%	73.3%	72.8%	72.3%
銀	11.6%	11.3%	11.3%	12.4%	13.6%	13.7%
汞						
產量(千克)	12,670	54,469	134,186	59,481	52,292	55,125
銷售(千克)	0	56,973	0	0	0	0

附註：由於約整，數字加總可能不等於合計。

浸堆金存量由截至二零一七年十二月三十一日(二零一七年年底)的約336,000盎司增加至截至二零一八年三月三十一日的372,500盎司。

RPA並不知悉任何可能對潛在經濟開採產生重大影響的選礦因素或有害元素。

### 過渡期的金屬回收

隨著二零一七年十二月三十一日礦產資源評估的完成，並作為持續延長礦山服務年限(LOM)措施的一部分，MAGSRL預計在二零二四年完成新一輪礦石開採後，堆存礦石的堆浸時間可增加四年至二零二八年(「過渡期」)。二次堆浸旨在回收山谷堆浸設施未完全浸出或選冶的黃金，此乃堆浸作業的常見操作。

根據由MAGSRL和獨立諮詢公司完成的試驗工作和核對工作，在過渡時期，有可能從堆存於山谷堆浸設施的礦山服務年限期間累積的礦石中額外回收約50萬盎司金和120萬盎司銀。

RPA認為，實現過渡期的生產具有合理的潛力，然而，過渡期產量並不包括在當前的礦產儲量估算中。

## 14 礦產資源估算

### 摘要

基於金價為1,500美元/盎司，銀價為20.50美元/盎司，美元兌阿根廷比索的匯率為1.0:20.0，表14-1總結了截至二零一八年三月三十一日露天礦含礦產儲量的礦產資源量。現時探明和控制礦產資源量(包含礦產儲量)合計約為361百萬噸，平均金為0.68克/噸和銀12.8克/噸，含有金約7.9百萬盎司，含銀149百萬盎司。此外，現時推斷的礦產總資源量約為66百萬噸，平均金0.43克/噸和銀11.0克/噸，含有金約0.9百萬盎司，含銀23百萬盎司。礦產資源估計的模型基準為二零一八年第一季度生產殆盡的二零一七年年底礦產資源模型。

表 14-1 礦產資源(包含礦產儲量) – 二零一八年三月三十一日

## Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

資源類別	資源量 (千噸)	金品位 (克/噸金)	銀品位 (克/噸銀)	含金量 (千盎司金)	含銀量 (千盎司銀)
探明資源	36,681	0.67	6.7	791	7,941
控制資源	324,623	0.69	13.5	7,146	140,710
<b>探明資源和控制資源合計</b>	<b>361,304</b>	<b>0.68</b>	<b>12.8</b>	<b>7,938</b>	<b>148,652</b>
推斷資源	66,387	0.43	11.0	921	23,469

## 附註：

1. 礦產資源採用加拿大採礦、冶金和石油學會(CIM)(二零一四年)的定義。
2. 截至二零一八年三月三十一日的礦產資源估算數據，採用金價為 1,500 美元/盎司，銀價為 20.50 美元/盎司，匯率為 1.0 美元兌 20.0 阿根廷比索。
3. 礦產資源並非礦產儲量，並未證實具有經濟可行性。
4. 礦產資源的估算採用經濟邊界品位值，且該品位值會隨礦石種類變化。第一類礦化的金邊界品位大約為 0.14 克/噸，而第二類礦化的金邊界品位大約為 0.26 克/噸。
5. 採用惠特爾礦坑外形來界定礦產資源的邊界。
6. 礦產資源內包含礦產儲量。
7. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

由於主要為細顆粒的螺狀硫銀礦(硫化銀)，在貝拉德羅礦銀的回收率非常低，所以不考慮銀作為資源量和儲量的邊界品位。對邊界品位的估計隨材料類型和礦坑有所不同。在 Amable 和 Argenta 並無剩餘的資源量，因為這些地區已經開採完畢。Amable 礦坑目前正在回填廢石。其餘大部分資源都來自 Filo Federico 的第一類礦化帶，而餘下為 Filo Federico 第二類礦化帶。

據資源量估算，第一類礦化的金邊界品位大約為 0.14 克/噸，而第二類礦化的金邊界品位大約為 0.26 克/噸。

MAGSRL 資源地質學家 Sebastian Juarez 在 Barrick 儲量和資源高級經理 Benjamin Sanfurgo 的監督下於二零一七年十二月準備資源模型，使用了截至二零一七年二月的所有可用鑽孔。

RPA 檢查了資源的假設、輸入參數、地質解釋和塊體建模程序，並認為礦產資源估計適合此種類型的礦化作用，且資源模型對於支持二零一八年三月三十一日礦產資源和礦產儲量的估計是合理的、可接受的。

除礦山服務年限生產計劃所載的生產消耗外，截至本報告日期，RPA 不了解任何環境的、許可的、法律的、所有權的、稅收的、社會經濟的、市場營銷的、政治的或其他修正因子可能實質性影響礦產資源和礦產儲量估計。

## 地質模型

貝拉德羅礦地質部門對貝拉德羅礦的地質環境有很好的理解。構建地質模型來為品位估算提供地質控制，並為礦山設計提供參數。採用蛙跳和伏爾甘軟件建立了對岩性、蝕變、分區和構造域的地質模型。主要的斷裂也都針對當前資源進行了建模，詳細的三維構造模型已經納入二零一七年的資源模型。

基於 50 米東西走向的橫截面礦山地質人員完成了對岩性模型的解釋，基於 25 米東西走向的橫截面礦山地質人員完成了對蝕變模型的解釋。根據勘探鑽孔、爆破孔、礦坑地圖，線和控制點用來在蛙跳軟件中創建三維地質線框圖。

用於主要岩性、蝕變、分區的線框分別列於表 14-2、14-3 和 14-4。這些線框用於給塊體模型分配代碼。

**表 14-2 岩性代碼**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

代碼	說明
1	分層火山碎屑岩和外生碎屑沉積物 (B1)
2	非分層異類岩性蒸汽岩漿侵入角礫岩 (B2)
3	長英質結晶 – 岩屑凝灰岩 (英安岩 – 流紋岩) (FCLT)
4	長石斑岩侵入體和穹隆 (FP)
5	鎂鐵質結晶 – 岩屑凝灰岩 (MCLT)
6	細粒度等粒狀閃長岩 (DIF)
7	無代碼
8	崩積層 (Co)

表 14-3 蝕變代碼  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

代碼	說明
1	矽石 (Si)
2	矽石 – 明礬石 (QAL)
3	明礬石 – 矽石 (ALQ)
4	石英 – 伊利石 (QILL)
5	矽質黏土岩 (Arg)
6	青盤岩化 (PP)
7	熱液型 (StHt)
71	弱熱液型 (WStHt)
8	崩積層 (Co)
9	多孔矽石 (SR)
10	蛋白石矽石 (OS)

表 14-4 分區代碼  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

代碼	說明
1	Filo Norte(FN)
2	Filo Mario(FM)
3	Filo Federico(FF)
4	Cuatro Esquinas(CE)
5	593
6	Amable(AM)
7	Este(E)
8	Agostina Sur(AS)
9	Agostina(AG)
10	Amable Este(AME)

貝拉德羅礦有兩個主要的區，Filo Federico (分區 1、2、3 及 4) 和 Amable (分區 5、6、7、8、9 及 10)。岩性、蝕變和分區的模型分別見圖 14-1、圖 14-2 和圖 14-3。

將礦床分成八個構造域，用於改善本地研究橢球的定向 (圖 14-4)。

圖 14-1 岩性區域

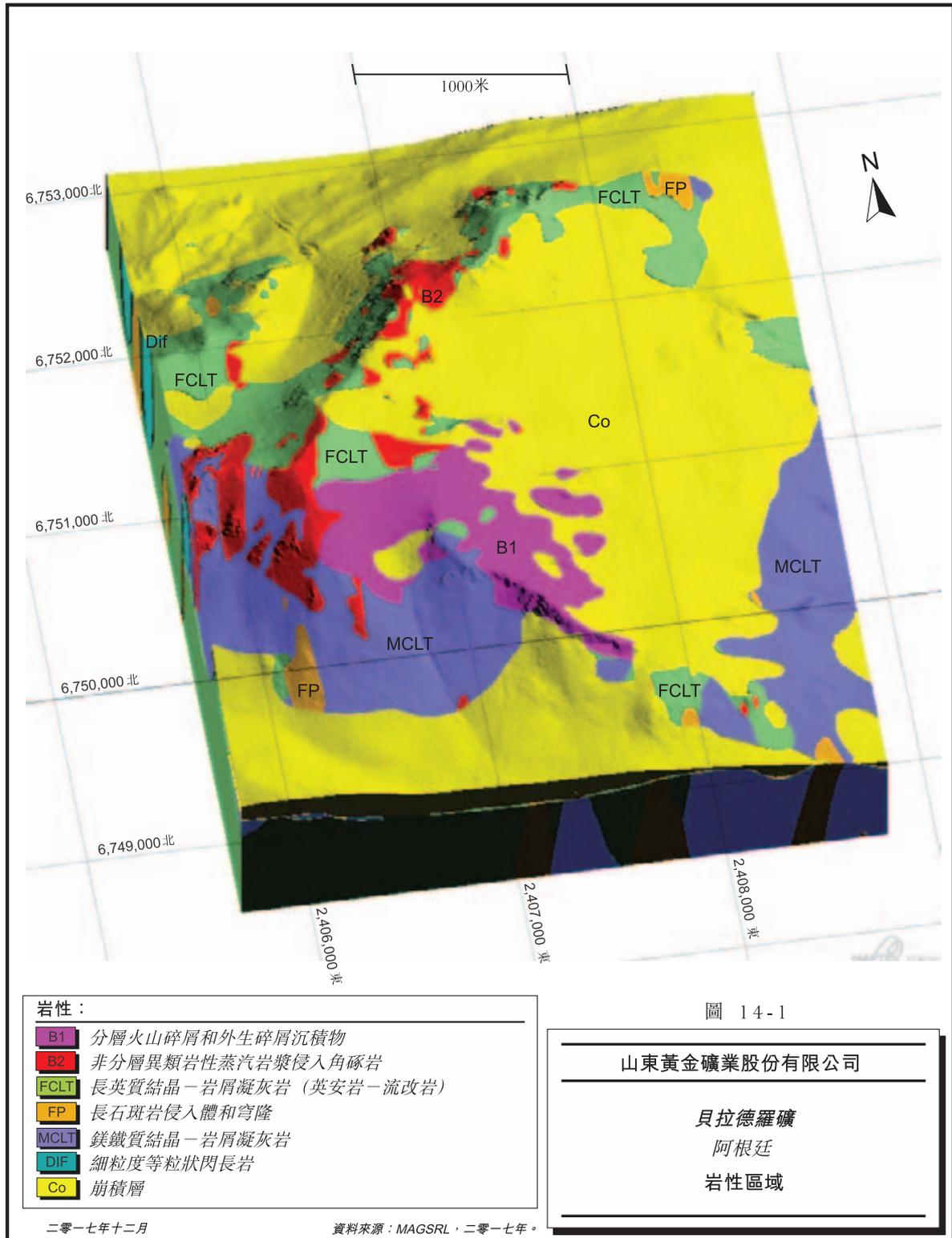


圖 14-2 蝕變區域

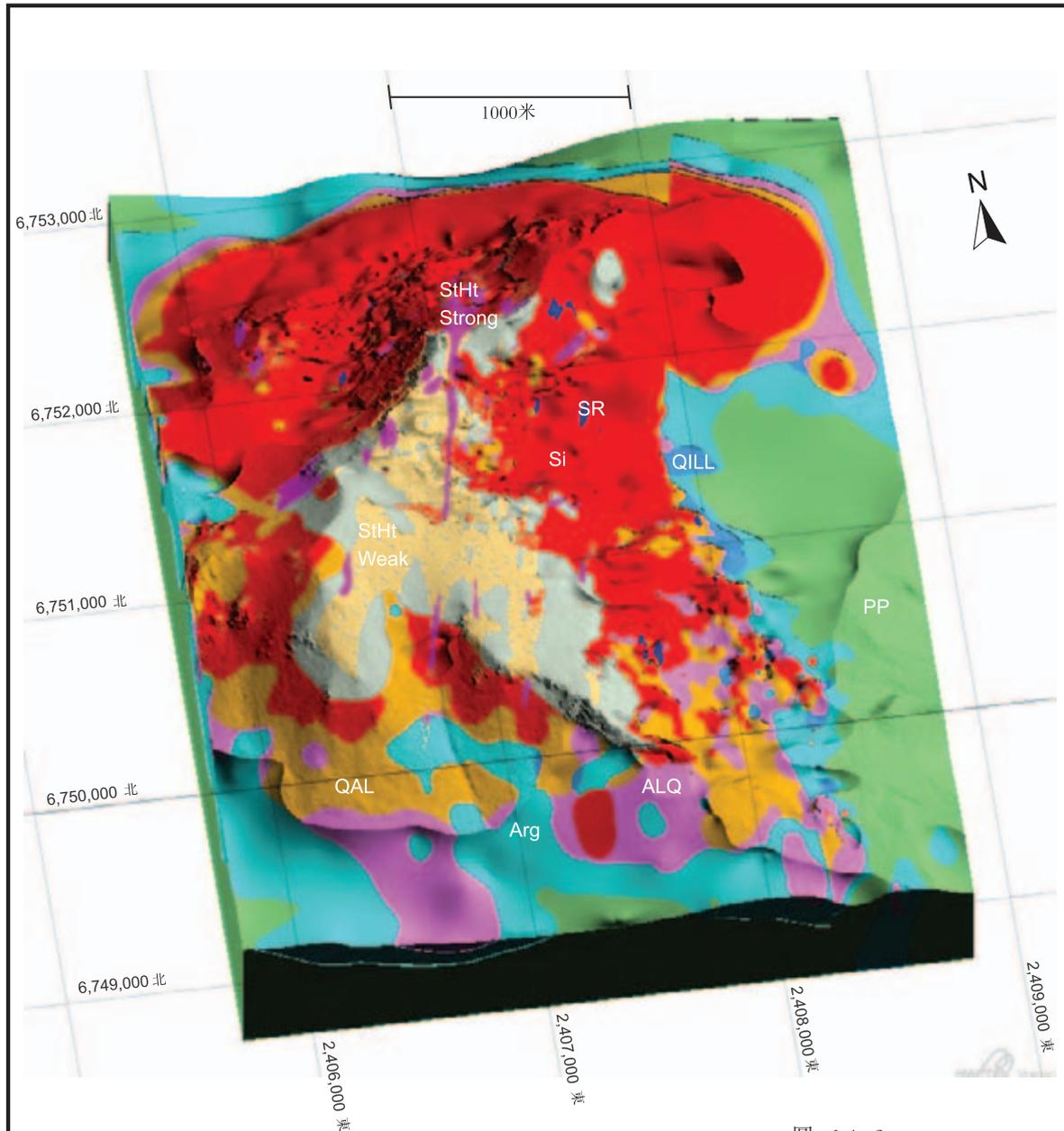


圖 14-2

蝕變：	
<span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">Si</span> 矽石	<span style="background-color: lightblue; color: black; padding: 2px;">Arg</span> 矽質粘土岩
<span style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">QAL</span> 矽石-明礪石	<span style="background-color: green; color: black; padding: 2px;">PP</span> 青盤岩化
<span style="background-color: pink; color: black; padding: 2px;">ALQ</span> 明礪石-矽石	<span style="background-color: purple; color: white; padding: 2px;">StHt</span> 蒸汽加熱
<span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">QILL</span> 石英-伊利石	<span style="background-color: darkblue; color: white; padding: 2px;">SR</span> 多孔矽石

山東黃金礦業股份有限公司  
 貝拉德羅礦  
 阿根廷  
 蝕變區域

二零一七年十二月

資料來源：MAGSRL，二零一七年。

圖 14-3 分區域

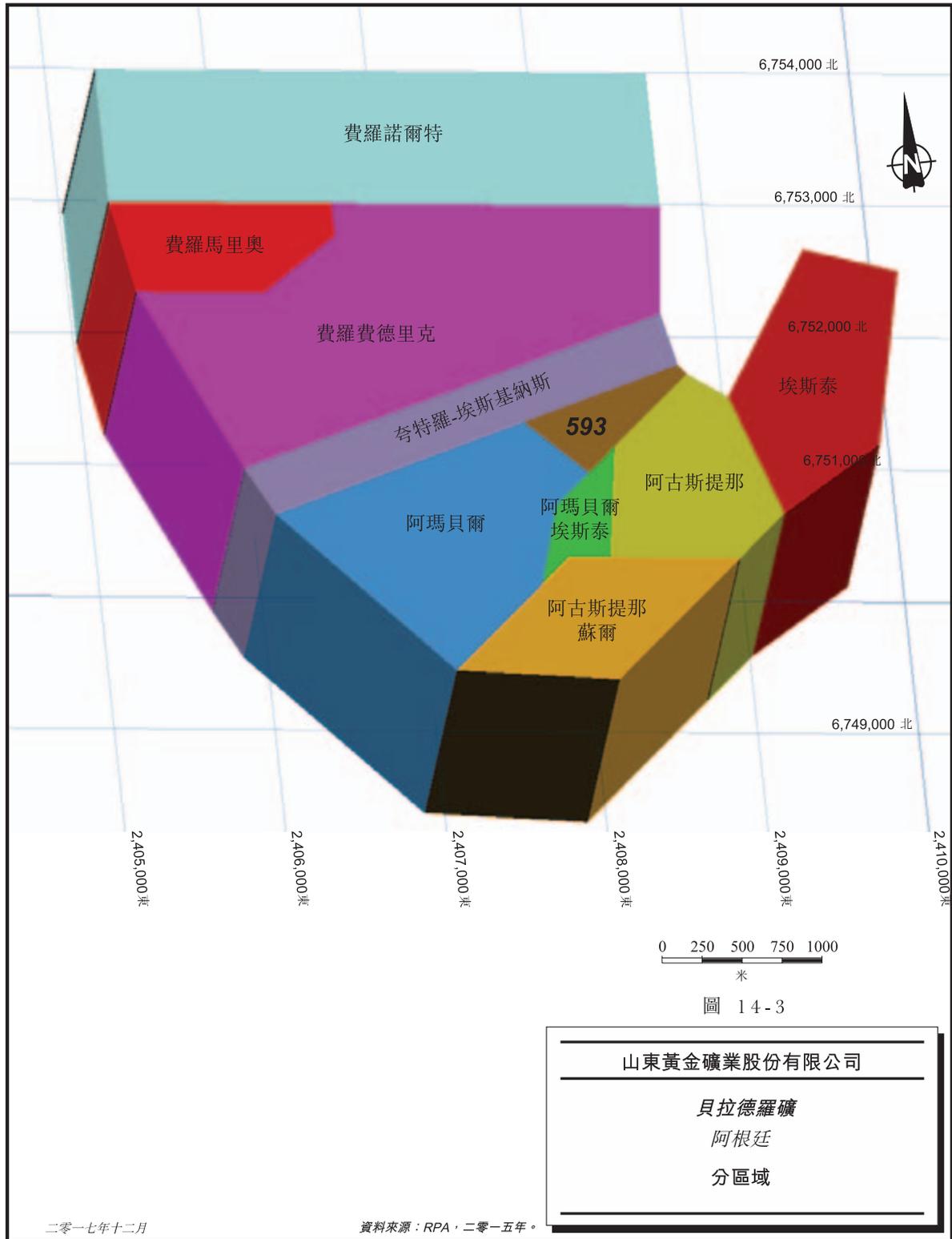
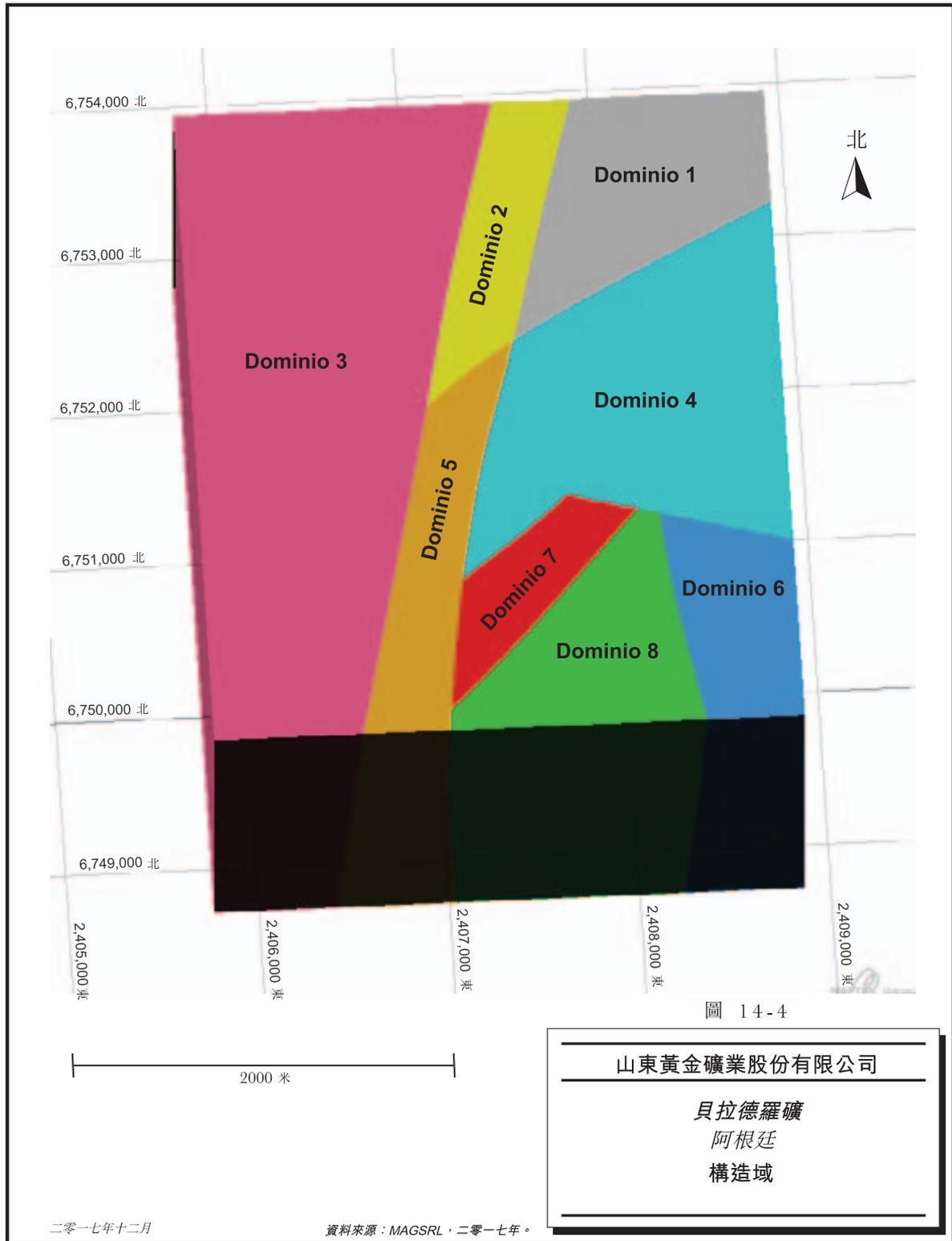


圖 14-4 構造域



## 地質領域

控制礦化作用的主要是蝕變和分區。成礦作用通常橫切所認為的岩性邊界，除崩積層和熱液型區塊外。熱液型和蛋白石矽石大多是不含礦的成礦後蝕變印記。崩積層的基底大部分是不含礦的，但是，他可以賦存一些在當地有經濟利益的礦化碎片。

蝕變代碼分組形成了4個簡化的蝕變區，如下所示：

1. 矽化—高級黏土化區域(蝕變代碼1至3和9)
2. 泥質青盤岩化區域(蝕變代碼4至6)
3. 熱液型和蛋白石矽石(蝕變代碼7和10)
4. 崩積層(岩性代碼8)

矽石—明礬石和明礬石—矽石蝕變之間的區分對品位插值法並無影響，但是對礦坑邊坡角度有顯著的影響。由於地質技術原因，二零一五年已加入弱熱液型蝕變域。

按照重要性遞減的順序，矽化、石英—明礬石、明礬石—石英是與成礦作用有關的主要蝕變類型。基於鑽孔數據庫蝕變代碼，約76%的鑽探總長度位於矽化—高級黏土化區域，約4%位於黏土青盤岩化區域，約1%存在於熱液型區域，7%在崩積層，約11%無可用蝕變代碼。

## 品位區域

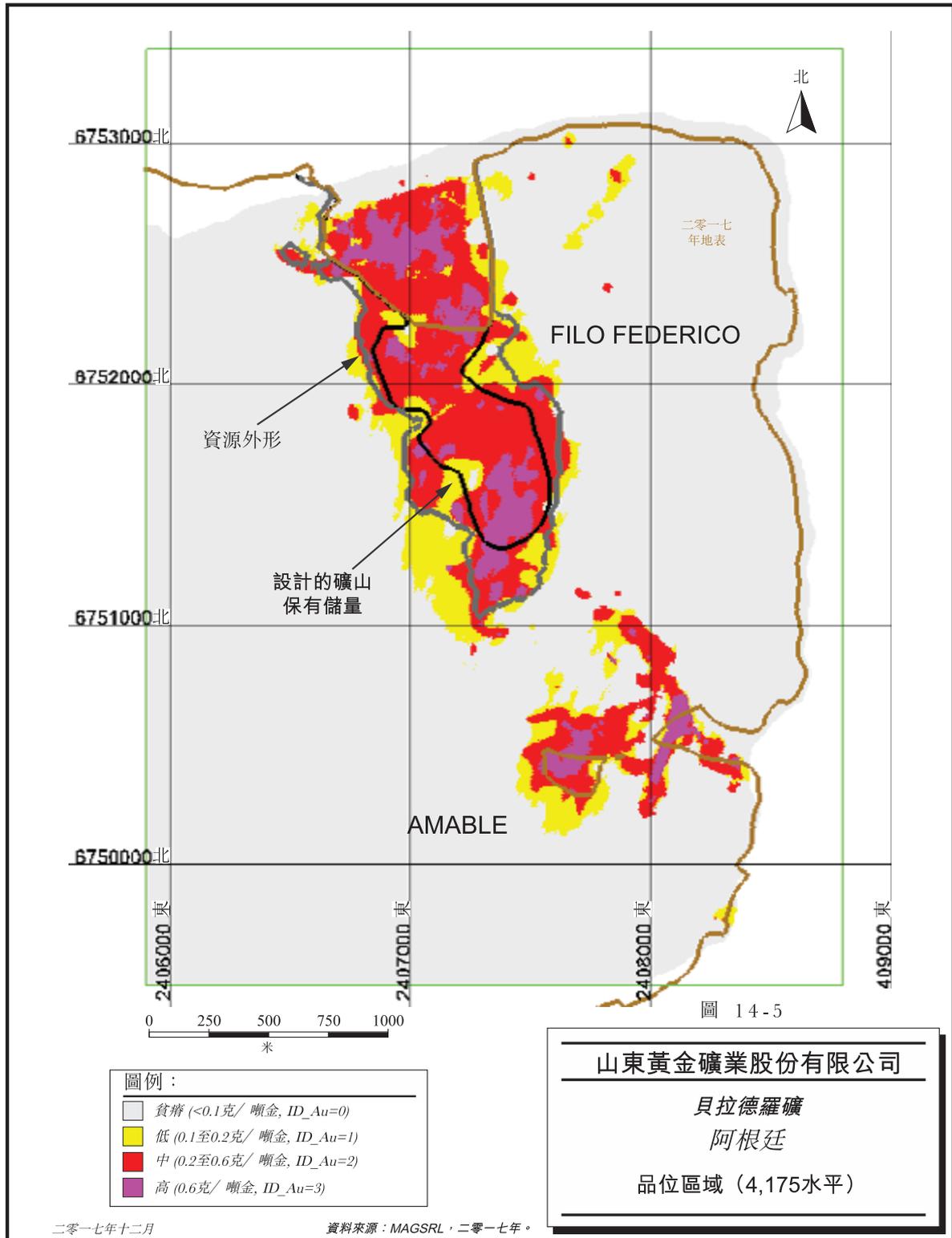
利用鑽孔和爆破孔數據從5米等值線中建立金0.2克／噸、銀25克／噸的3D包絡線。基於區塊金品位超過0.1克／噸的可能性大於50%，創建了一個單獨的略低品位指示包絡線。因為以往最低的邊界品位為低於0.2克／噸金的包絡線。另外，基於區塊品位超過0.6克／噸金的可能性大於50%而創建了單獨的更高品位指示包絡線。這形成了四個品位區域（圖14-5），可以用來將代碼分配到區塊模型中（表14-5）。

**表 14-5 品位區域代碼**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

代碼	說明
0	貧瘠 (<0.1 克／噸金)
1	低品位 (0.1-0.2 克／噸金)
2	中等品位 (0.2-0.6 克／噸金)
3	極高品位 (>0.6 克／噸金)

將高品位區域視為硬邊界，其中只有位於高品位區域的組合模式用來內插位於高品位區域的區塊。中等品位區塊使用半軟邊界進行插值，允許將高品位、中等品位的組合模式應用於中等品位區塊。低品位區塊使用由軟至硬的若干邊界狀況進行插值。合成物範圍狀況於隨後表格列明。MAGSRL繼續調查和實現插值參數及邊界情況的改變，以進一步改進調解結果。

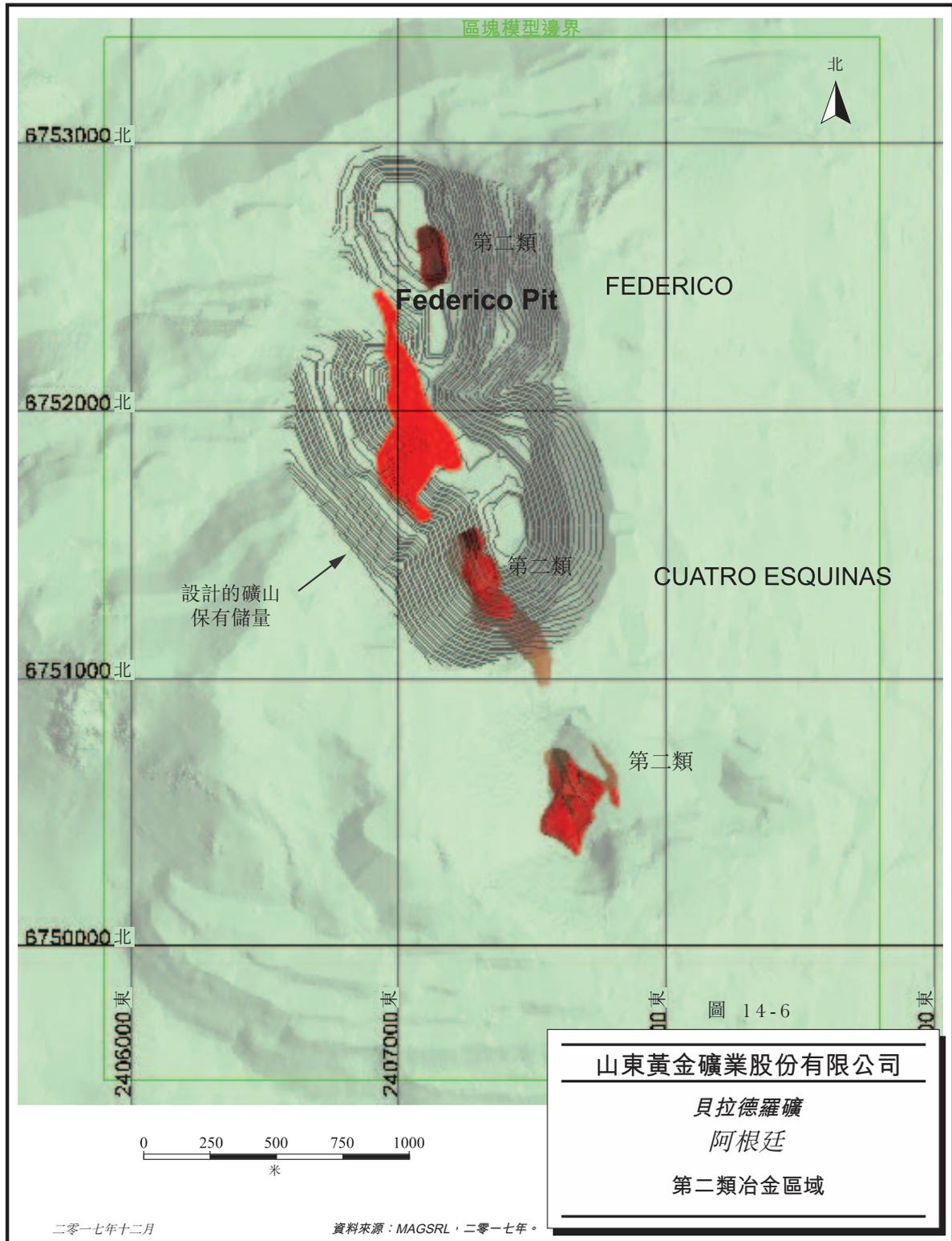
圖 14-5 品位區域(4175 水平)



## 冶金區域

根據由 ML1 實驗室完成的滾瓶試驗和在貝拉德羅礦針對 Filo Federico 第一類材料的內部測試，冶金回收率模型在二零零八年十一月更新。所有其他的冶金類型維持二零零二年的冶金回收模式。冶金回收率隨金品位和冶金類型(第 13 章，表 13-1)有所不同。銀的回收率非常低，估計 Filo Federico 第一類和第二類礦化帶為 10.6%。冶金特性取決於礦物。特別是，第二類以細粒浸染型金的比例隨矽含量的增加而增大為特徵，且以二氧化矽中細粒硫銀礦(硫化銀)為主，與第一類礦石相比，限制了金、銀的回收。因此，第二類礦化作用的回收較低。圖 14-6 顯示了第二類礦化在 Filo Federico 的空間分布。

圖 14-6 第二類冶金區域



## 密度數據

根據主要蝕變單元(表 14-6)來分配噸位因子。在矽化蝕變區域的所有區塊分配的噸位因子為 2.47 噸/立方米。在矽石-明礬石、明礬石-矽石蝕變區域的所有區塊分配的噸位因子為 2.36 噸/立方米。由於含有更高的黏土和多孔矽石成分，蝕變區域的噸位因子更低。與更低級蝕變作用有關的所有區塊噸位因子為 2.45 噸/立方米。熱液型蝕變區塊分配的為 2.10 噸/立方米，崩積層區塊分配的為 2.00 噸/立方米。

**表 14-6 噸位因子**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

蝕變類型	主要模型 (噸/立方米)
矽化作用	2.47
矽石-明礬石、明礬石-矽石蝕變	2.36
石英-伊利石	2.45
黏土化	2.45
黏土化	2.45
熱液型	2.10
崩積層	2.00

噸位因素基於直至二零零九年底可得到的超過一千次的密度測試。RPA 認為當前的噸位因素是合理的。

## 邊界品位

資源的經濟臨界值是基於黃金價格為 1,500 美元/盎司和第 15 章礦產儲量討論的成本、回收及其他參數確定的。對邊界品位的估計隨材料類型和礦坑有所不同。大部分的資源都來自 Filo Federico 的第一類材料。原礦材料為爆破材料，直接用卡車運到山谷堆浸設施，粉碎材料要先通過兩階段的破碎流程。對於 Filo Federico 資源和儲量的邊界品位的估計在羅梅烏(二零一七年)中有詳細的記載。

據估算，Filo Federico 礦坑預計資源第一類原礦(未經破碎)的金邊界品位約為 0.14 克/噸，破碎品位約為 0.50 克/噸，第二類原礦(未經破碎)的金邊界品位約為 0.36 克/噸，破碎品位約為 0.26 克/噸。第二類破碎金邊界品位低於原礦是因為破碎的黃金回收率較高。RPA 認為，資源邊界品位乃根據標準行業慣例進行估計。

## 分析統計

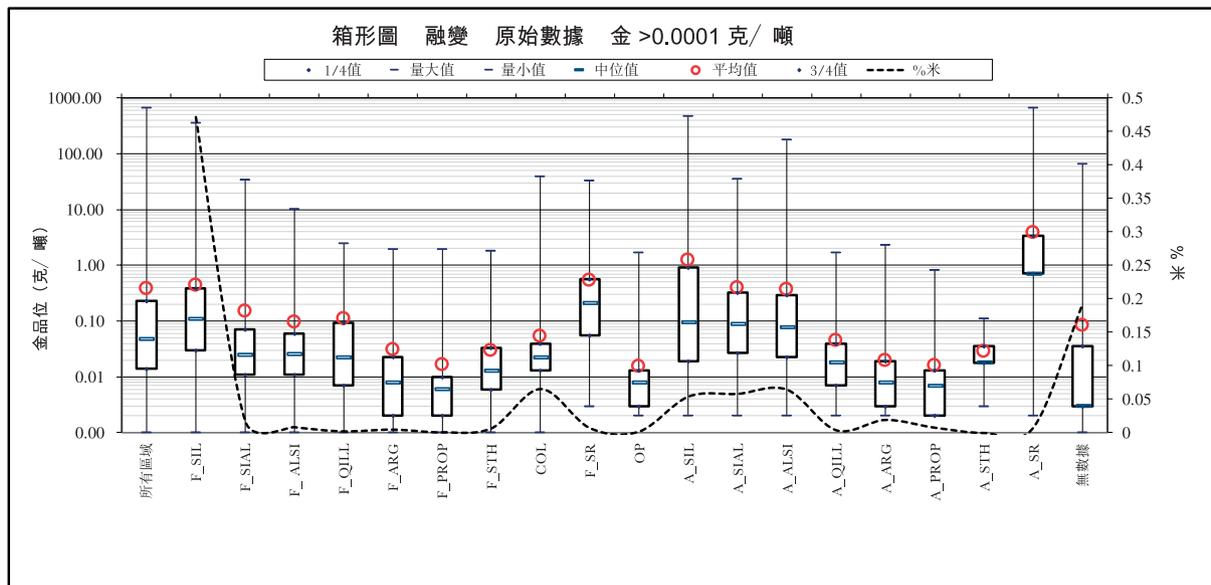
金的分析統計總結在表 14-7 內，並在圖 14-7 內以箱形圖表示。Filo Federico (諾爾特)和 Amable (蘇爾)的統計以蝕變類型分組。354,594 米的鑽孔品位超過 0.0001 克/噸，平均 0.38 克/噸，金的分析標準偏差(SD)為 2.54，變化系數(CV)高達 6.63。

表 14-7 金(克/噸)分析統計

Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

說明	代碼	融變原始數據		金品位(克/噸)							
		金>0.0001克/噸		平均值	標準差	最低值	1/4值	中位值	3/4值	最大值	變化係數
		米數	百分比								
所有區域		<b>354,594</b>		<b>0.38</b>	<b>2.54</b>	<b>0.001</b>	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>	<b>0.23</b>	<b>664.00</b>	<b>6.63</b>
F_SIL	1	167,376	47.20%	0.44	2.03	0.001	0.03	0.11	0.38	363.00	4.63
F_SIAL	2	6,387	1.80%	0.15	0.83	0.001	0.01	0.03	0.07	34.06	5.45
F_ALSI	3	3,081	0.87%	0.10	0.40	0.001	0.01	0.03	0.06	10.22	4.08
F_QILL	4	901	0.25%	0.11	0.24	0.001	0.01	0.02	0.09	2.48	2.14
F_ARG	5	1,859	0.52%	0.03	0.10	0.001	0.00	0.01	0.02	1.97	3.24
F_PROP	6	402	0.11%	0.02	0.10	0.001	0.00	0.01	0.01	1.95	6.18
F_STH	7	2,547	0.72%	0.03	0.06	0.001	0.01	0.01	0.03	1.81	2.11
COL	8	23,271	6.56%	0.05	0.40	0.001	0.01	0.02	0.04	39.86	7.58
F_SR	9	2,616	0.74%	0.54	1.28	0.003	0.06	0.21	0.56	33.70	2.39
OP	10	797	0.22%	0.02	0.07	0.002	0.00	0.01	0.01	1.68	4.20
A_SIL	11	19,275	5.44%	1.23	5.59	0.002	0.02	0.09	0.92	476.00	4.53
A_SIAL	12	20,779	5.86%	0.40	1.18	0.002	0.03	0.09	0.32	35.97	2.95
A_ALSI	13	22,958	6.47%	0.38	1.86	0.002	0.02	0.08	0.29	179.50	4.97
A_QILL	14	1,474	0.42%	0.05	0.12	0.002	0.01	0.02	0.04	1.71	2.57
A_ARG	15	6,926	1.95%	0.02	0.06	0.002	0.00	0.01	0.02	2.35	2.84
A_PROP	16	2,853	0.80%	0.02	0.04	0.002	0.00	0.01	0.01	0.82	2.69
A_STH	17	63	0.02%	0.03	0.02	0.003	0.02	0.02	0.04	0.11	0.75
A_SR	19	2,869	0.81%	3.89	16.43	0.002	0.71	0.71	3.36	664.00	4.23
無數據	99	68,161	19.22%	0.09	0.69	0.001	0.00	0.00	0.04	66.10	8.12

圖 14-7 分析統計箱形圖



資源來源：Sanfargo and Juarez (二零一七年)

## 特高品位值的處理

樣品組合前先對高品位分析結果進行處理。Filo Federico 矽化蝕變主要特高品位頂閾值為 35 克／噸，銀 250 克／噸；石英－明礬石和明礬石－石英蝕變金的特高品位頂閾值分別為 6.0 克／噸和 2.5 克／噸。蝕變程度較低的區域內較小的一部分採用了金品位 0.05 克／噸至 1.0 克／噸的範圍。崩積層內採用了金品位 2.0 克／噸為頂閾值(表 14-8)。

表 14-8 金品位頂閾值  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

說明	編號	米數		閾值			
		米數	百分比	頂閾值	變化系數	GT 缺失	百分比數
所有區域		<b>354,594</b>	<b>100%</b>	<b>35.00</b>	<b>3.50</b>	<b>4.5%</b>	<b>99.97%</b>
F_SIL	1	167,376	47.2%	35.00	2.87	2.9%	99.97%
F_SIAL	2	6,387	1.8%	6.00	3.22	11.1%	99.72%
F_ALSI	3	3,081	0.9%	2.50	2.49	10.3%	99.64%
F_QILL	4	901	0.3%	1.00	1.73	6.2%	99.04%
F_ARG	5	1,859	0.5%	0.50	2.09	10.2%	99.18%
F_PROP	6	402	0.1%	0.20	1.42	35.4%	99.25%
F_STH	7	2,547	0.7%	0.20	1.25	8.2%	98.70%
COL	8	23,271	6.6%	2.00	2.38	15.7%	99.77%
F_SR	9	2,616	0.7%	6.00	1.54	6.4%	99.24%
OP	10	797	0.2%	0.05	0.77	27.4%	97.11%
A_SIL	11	19,275	5.4%	35.00	2.49	7.2%	99.80%
A_SIAL	12	20,779	5.9%	25.00	2.81	0.6%	99.97%
A_ALSI	13	22,958	6.5%	25.00	2.89	4.5%	99.95%
A_QILL	14	1,474	0.4%	0.50	1.67	9.3%	99.05%
A_ARG	15	6,926	2.0%	0.50	2.07	3.4%	99.87%
A_PROP	16	2,853	0.8%	0.20	1.76	10.6%	98.91%
A_STH	17	63	0.0%	0.10	0.72	0.9%	97.40%
A_SR	19	2,869	0.8%	35.00	1.35	16.3%	99.27%
無數據	99	68,161	19.2%	2.00	2.62	23.9%	98.78%

頂閾值主要基於 Filo Federico 和 Amable 每種蝕變區域分析的調查統計，直方圖，對數概率圖。GT 產品用來估算每個特高品位處理後大致的金屬缺失量。一些區域 GT 值很高，但通常與貧礦、低品位和較小蝕變區域有關。總體上，目前的金特高品位處理大約減少了 Filo Federico 3% 的金儲量。

除頂閾值分析外，高品位區域內高於或相等於 3 克／噸金的合成物由 35 米 × 25 米 × 15 米的研究橢球限制。

RPA 與貝拉德羅礦所選取的新特高品位處理相一致。除了 Filo Federico 的矽化蝕變金的頂閾值由 70 克／噸減少至 35 克／噸外，二零一七年的新水平與二零一五年的水平相同。

## 樣品組合

鑽孔數據的樣品組合為5米長，從鑽鉞開始，在崩積層底部重置。

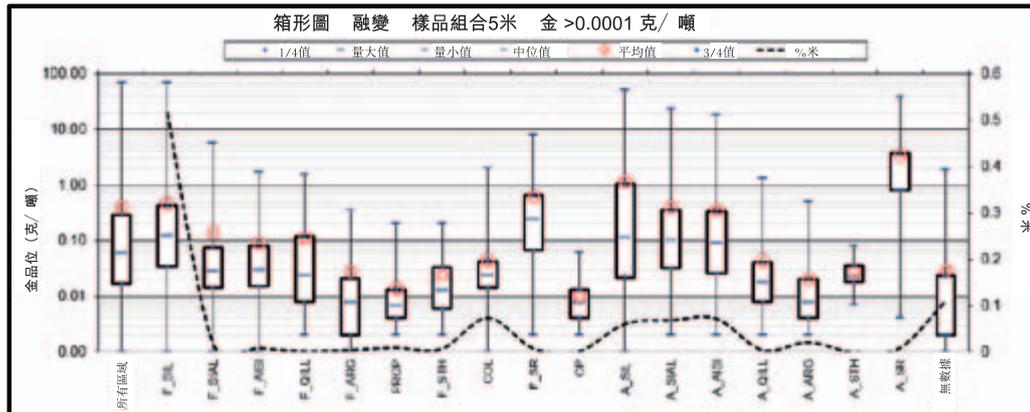
樣品組合文件有額外的字段來記錄每個樣品組合的實際長度，並有樣品數據的支持。品位插值使用長度加權樣品組合來減少較短組合的影響。

每個區域內蝕變範圍的樣品組合統計總結在表 14-9 內，在圖 14-8 內以箱形圖表示。

**表 14-9 金礦樣品組合統計**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

說明	米數	米數		平均值 (克/噸)	標準偏差 (克/噸)	最小值 (克/噸)	最大值 (克/噸)	變化系數
		百分比						
所有區域	<b>329,274</b>	<b>100%</b>		<b>0.40</b>	<b>1.30</b>	<b>0.001</b>	<b>35.00</b>	<b>3.24</b>
F_SIL	171,214	52.0%		0.45	1.23	0.001	35.00	2.72
F_SIAL	6,546	2.0%		0.13	0.43	0.001	5.69	3.28
F_AISI	3,091	0.9%		0.09	0.20	0.001	1.93	2.19
F_QILL	897	0.3%		0.11	0.18	0.002	0.97	1.70
F_ARG	1,934	0.6%		0.03	0.05	0.001	0.39	1.94
PROP	395	0.1%		0.01	0.01	0.002	0.10	1.38
F_STH	2,590	0.8%		0.03	0.03	0.002	0.20	1.19
COL	23,635	7.2%		0.04	0.11	0.001	2.00	2.49
F_SR	2,709	0.8%		0.57	0.88	0.002	5.99	1.53
OP	805	0.2%		0.01	0.01	0.002	0.06	0.94
A_SIL	19,549	5.9%		1.14	2.68	0.002	34.13	2.35
A_SIAL	22,148	6.7%		0.41	1.01	0.002	19.80	2.49
A_AISI	23,436	7.1%		0.36	0.93	0.002	17.96	2.57
A_QILL	1,485	0.5%		0.05	0.10	0.002	1.33	2.24
A_ARG	6,956	2.1%		0.02	0.04	0.002	0.51	1.95
A_PROP	2,861	0.9%		0.01	0.02	0.002	0.20	1.71
A_STH	74	0.0%		0.02	0.01	0.004	0.04	0.39
A_SR	2,919	0.9%		3.39	4.56	0.004	32.22	1.35
無數據	36,030	10.9%		0.02	0.08	0.001	1.85	3.17

圖 14-8 按區域和蝕變分類的金礦樣品組合統計



資料來源：Sanfurgo 及 Juarez (二零一七年)

### 接觸繪圖分析

為含金量生成接觸繪圖來研究從不同區域間金品位變量之間的關係。

接觸繪圖結果由伏爾甘軟件所得。伏爾甘軟件使用給定的蝕變編號來尋找數據，然後尋找另外特別的蝕變編號，將品位依據兩點間的距離進行分組。這可以使用圖形來表示遠離接觸的品位趨勢。如果平均品位與鄰近邊界的品位相似，隨著遠離邊界品位下降，這種特別的邊界不能用作品位約束，而當做軟邊界。如果平均值越過邊界變化劇烈，邊界在約束品位估算中很重要，將此邊界作為硬邊界。軟邊界和硬邊界接觸繪圖結果的示例分別顯示在圖 14-9 和 14-10 中。

硬邊界用在幾個分散的區域內，而軟邊界則綜合應用於品位多路插值過程中。

圖 14-9 軟接觸剖面示例

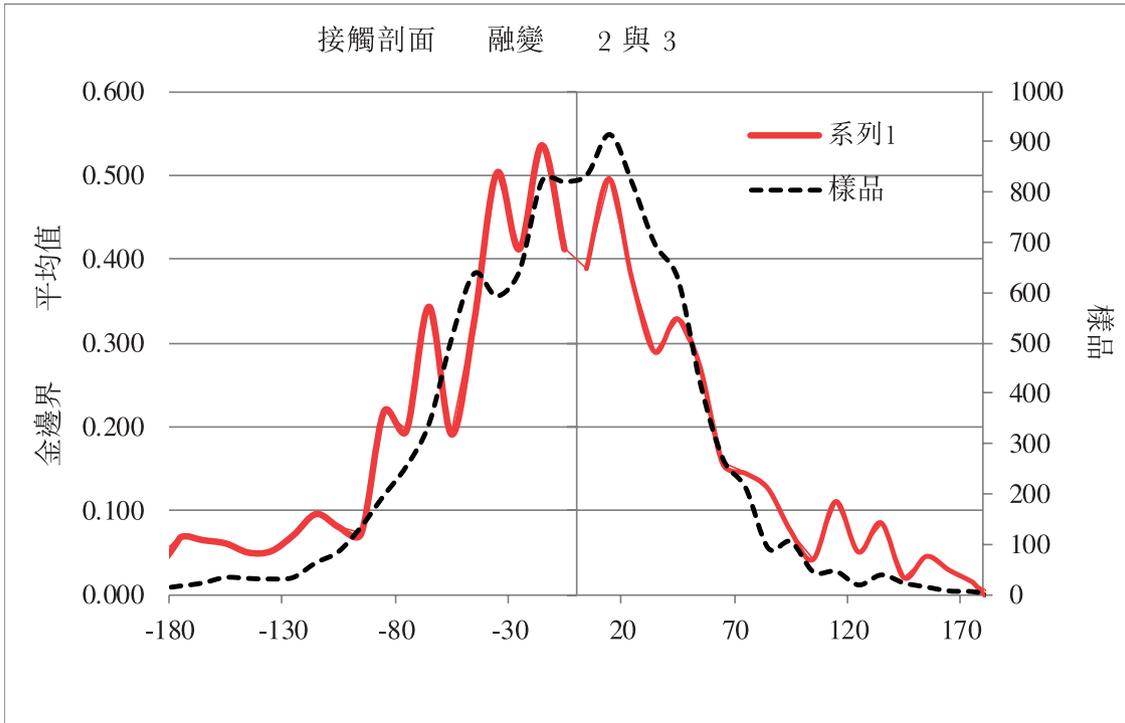
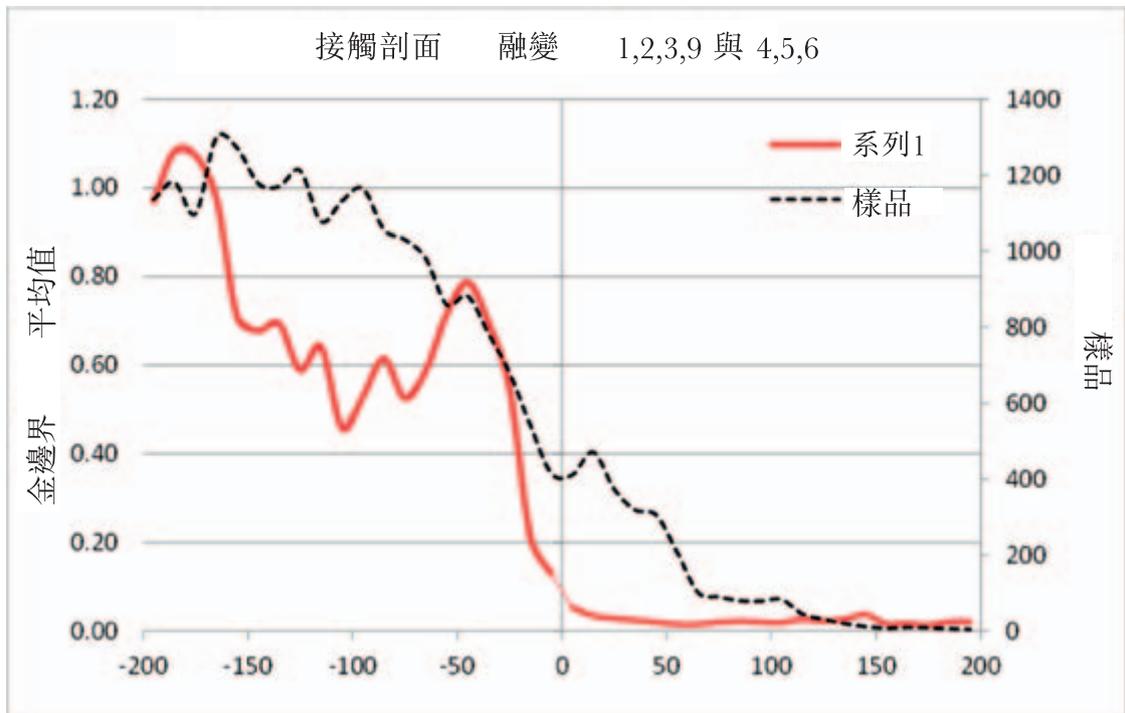


圖 14-10 硬接觸剖面示例

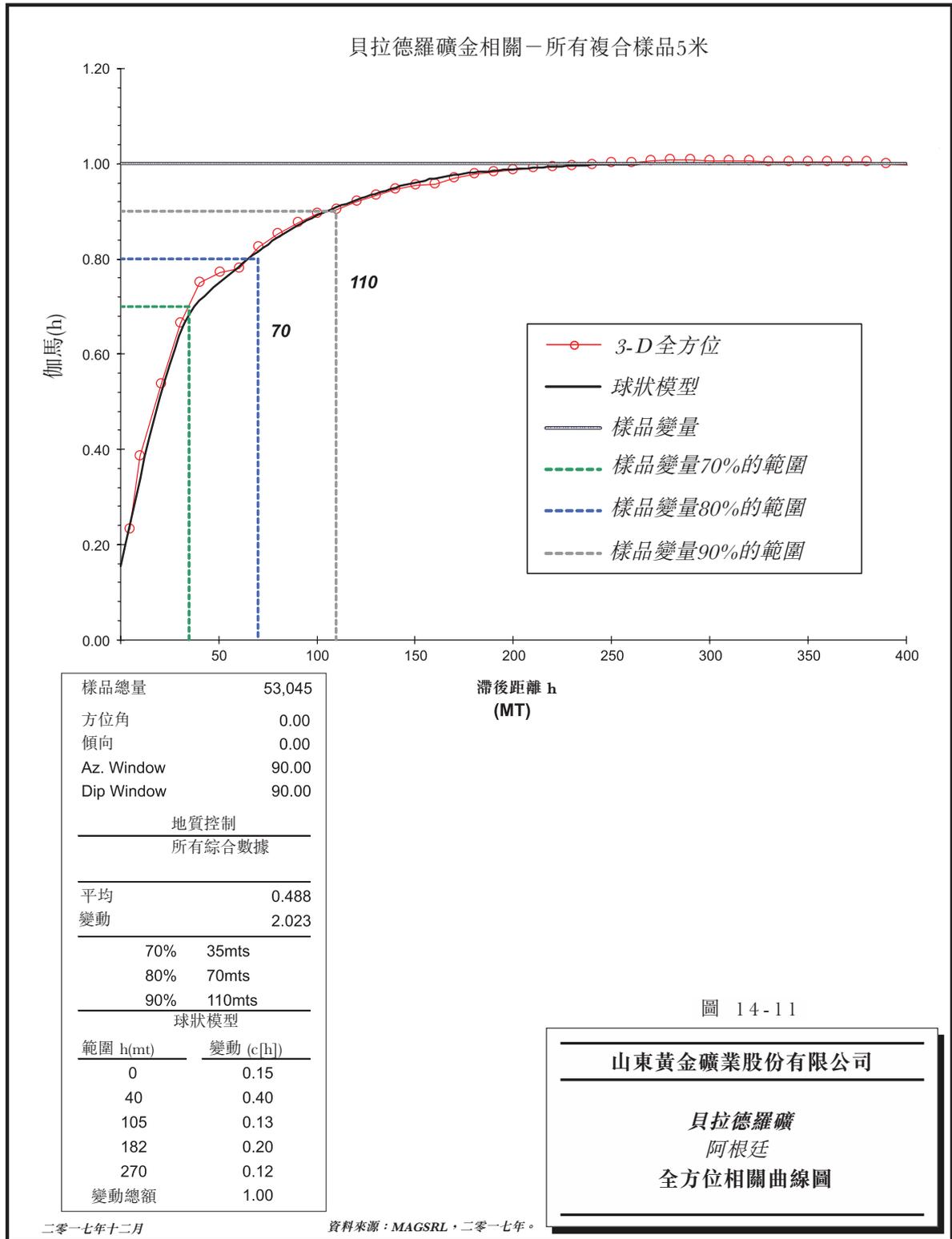


### 變差函數圖

於二零一一年，貝拉德羅礦為 Filo Federico、Amable 和整個貝拉德羅礦建立了全方位的相關曲線圖，使用 15 米長的複合，金品位高於 0.1 克／噸，以助確定資源分類標準。相關曲線圖平滑，定義明確，由數千複合對所支持。範圍約 200 米，金礦床內，約 10% 的相關塊金效應非常低。岩床的 90% 和 80% 的範圍分別約為 110 米和 70 米，而這些範圍構成了貝拉德羅礦的資源分類標準基礎。

就二零一七年資源模型而言，貝拉德羅礦建立了新的定向及全方位的相關曲線圖，使用 5 米長的金礦樣品組合。全方位相關曲線圖基於圖 14-11 所示的 5 米長金礦樣品組合。目前，岩床的 90% 和 80% 的範圍與二零一一年的結果相似，分別約為 110 米和 70 米。

圖 14-11 全方位相關曲線圖



二零一七年十二月

資料來源：MAGSRL，二零一七年。

## 資源估算方法

Sanfurgo 和 Juarez (二零一七年) 介紹了資源量估算的詳細步驟，資源量塊體模型中 Vulcan C 命令解釋程序文件 (estima\_au17.csh, estima\_ag17.csh, and estima\_icp17.csh) 及相關腳本文件詳細記錄了這些步驟。

貝拉德羅礦產資源模型範圍，東部從 2,405,900 米延伸至 2,408,800 米，北部從 6,749,496 米到 6,753,396 米，海拔從 3,702.5 米到 4,852.5 米。根據岩性、蝕變、次生區域、構造域和品位三角形，直接劃分了 5 米(高) × 5 米 × 5 米的塊體模型。品位域指標中品位域代碼用一個獨立的腳本運行。

礦樣疊加原礦樣形成五米長含有金和銀的複合樣本。複合物的岩性、蝕變、次生區域、構造域和品位代碼是從塊體模型中標記返回。

貝拉德羅礦通過採用多次距離差倒數平方的方法 ( $ID^2$ ) 計算金和銀所有域中的品位值，最終確定了長度加權複合樣本。

研究的橢球狀含金礦體多呈水平或近於水平展布，每個構造帶中傾角變化範圍為  $0^\circ$  至  $-10^\circ$  (表 14-10)，每個研究區域產狀不同。箱體研究最終通過的最長橢球體直徑為 110 米 × 80 米 × 30 米，第一次研究通過的最短距離為 2.5 米 × 2.5 米 × 2.5 米，坡積物和蒸汽熱形成乳白色矽華的地質域塊體標號為 3 和 4，使用表 14-10 的標準分別進行兩次內插。此後，在地質區域 1 和 2 中，對五個分組構造域 ((1、2、4、5)、3、6、7、8) 中的四個品位域 (3、2、1 和 0) 運用三次內插體系進行內插運算。金塊體模型總計運用了 81 次內插運算。

表 14-10 金的估算參數  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

山口編號	台成物範圍			塊體範圍				研究方位			研究距離			複合樣本		
	蝕變域	地質域	品位域	構造域	蝕變域	地質域	品位域	走向(Z)	傾向(Y)	傾角(X)	長軸 (米)	半長軸 (米)	短軸 (米)	最少樣本 (估算)	最多樣本 (估算)	最多樣本 (DH)
box	所有	—	所有	所有	所有	—	0	0	0	2.5	2.5	2.5	1	99	1	
co	8	4	Alt-8	所有	8	—	330	0	0	30	30	30	1	3	1	
sth	7,10	3	Alt-7,10	所有	7,10	—	10	0	0	90	80	45	1	3	1	
1_hm1	1,2,3,9	1	ID-3	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.6克/噸	40	0	10	70	50	30	2	3	1	
1_hm2	1,2,3,9	1	ID-3	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.6克/噸	40	0	10	35	25	15	1	3	1	
1_hm3	1,2,3,9	1	ID-3	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.6克/噸	40	0	10	110	80	30	2	3	1	
1_mg1	1,2,3,9	1	ID-3,2	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.2克/噸	40	0	10	70	50	30	2	3	1	
1_mg2	1,2,3,9	1	ID-3,2	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.2克/噸	40	0	10	35	25	15	1	3	1	
1_mg3	1,2,3,9	1	ID-3,2	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.2克/噸	40	0	10	110	80	30	2	3	1	
1_lg1	1,2,3,9	1	所有	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.1克/噸	40	0	10	70	50	30	2	3	1	
1_lg2	1,2,3,9	1	所有	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.1克/噸	40	0	10	35	25	15	1	3	1	
1_lg3	1,2,3,9	1	所有	1,2,4,5	1,2,3,9	1 0.1克/噸	40	0	10	110	80	30	2	3	1	
2_hm1	4,5,6	2	ID-3	1,2,4,5	4,5,6	2 0.6克/噸	40	0	10	70	50	30	2	3	1	
2_hm2	4,5,6	2	ID-3	1,2,4,5	4,5,6	2 0.6克/噸	40	0	10	35	25	15	1	3	1	
2_hm3	4,5,6	2	ID-3	1,2,4,5	4,5,6	2 0.6克/噸	40	0	10	110	80	30	2	3	1	
2_mg1	4,5,6	2	ID-3,2	1,2,4,5	4,5,6	2 0.2克/噸	40	0	10	70	50	30	2	3	1	
2_mg2	4,5,6	2	ID-3,2	1,2,4,5	4,5,6	2 0.2克/噸	40	0	10	35	25	15	1	3	1	
2_mg3	4,5,6	2	ID-3,2	1,2,4,5	4,5,6	2 0.2克/噸	40	0	10	110	80	30	2	3	1	
2_lg1	4,5,6	2	所有	1,2,4,5	4,5,6	2 0.1克/噸	40	0	10	70	50	30	2	3	1	
2_lg2	4,5,6	2	所有	1,2,4,5	4,5,6	2 0.1克/噸	40	0	10	35	25	15	1	3	1	
2_lg3	4,5,6	2	所有	1,2,4,5	4,5,6	2 0.1克/噸	40	0	10	110	80	30	2	3	1	
1_hm1	1,2,3,9	1	ID-3	3	1,2,3,9	1 0.6克/噸	20	0	10	70	50	30	2	3	1	
1_hm2	1,2,3,9	1	ID-3	3	1,2,3,9	1 0.6克/噸	20	0	10	35	25	15	1	3	1	
1_hm3	1,2,3,9	1	ID-3	3	1,2,3,9	1 0.6克/噸	20	0	10	110	80	30	2	3	1	
1_mg1	1,2,3,9	1	ID-3,2	3	1,2,3,9	1 0.2克/噸	20	0	10	70	50	30	2	3	1	

山口編號	合成物範圍			塊體範圍			研究方位			研究距離			複合樣本			
	蝕變域	地質域	品位域	構造域	蝕變域	地質域	品位域	走向(Z)	傾向(Y)	傾角(X)	長軸 (米)	半長軸 (米)	短軸 (米)	最少樣本 (估算)	最多樣本 (估算)	最多樣本 (DH)
1_mg2	1,2,3,9	1	ID-3,2	3	1,2,3,9	1	0.2克/噸	20	0	10	35	25	15	1	3	1
1_mg3	1,2,3,9	1	ID-3,2	3	1,2,3,9	1	0.2克/噸	20	0	10	110	80	30	2	3	1
1_lg1	1,2,3,9	1	所有	3	1,2,3,9	1	0.1克/噸	20	0	10	70	50	30	2	3	1
1_lg2	1,2,3,9	1	所有	3	1,2,3,9	1	0.1克/噸	20	0	10	35	25	15	1	3	1
1_lg3	1,2,3,9	1	所有	3	1,2,3,9	1	0.1克/噸	20	0	10	110	80	30	2	3	1
2_hm1	4,5,6	2	ID-3	3	4,5,6	2	0.6克/噸	20	0	10	70	50	30	2	3	1
2_hm2	4,5,6	2	ID-3	3	4,5,6	2	0.6克/噸	20	0	10	35	25	15	1	3	1
2_hm3	4,5,6	2	ID-3	3	4,5,6	2	0.6克/噸	20	0	10	110	80	30	2	3	1
2_mg1	4,5,6	2	ID-3,2	3	4,5,6	2	0.2克/噸	20	0	10	70	50	30	2	3	1
2_mg2	4,5,6	2	ID-3,2	3	4,5,6	2	0.2克/噸	20	0	10	35	25	15	1	3	1
2_mg3	4,5,6	2	ID-3,2	3	4,5,6	2	0.2克/噸	20	0	10	110	80	30	2	3	1
2_lg1	4,5,6	2	所有	3	4,5,6	2	0.1克/噸	20	0	10	70	50	30	2	3	1
2_lg2	4,5,6	2	所有	3	4,5,6	2	0.1克/噸	20	0	10	35	25	15	1	3	1
2_lg3	4,5,6	2	所有	3	4,5,6	2	0.1克/噸	20	0	10	110	80	30	2	3	1
1_mg1	1,2,3,9	1	ID-3,2	6	1,2,3,9	1	0.2克/噸	20	0	-10	70	50	30	2	3	1
1_mg2	1,2,3,9	1	ID-3,2	6	1,2,3,9	1	0.2克/噸	20	0	-10	35	25	15	1	3	1
1_mg3	1,2,3,9	1	ID-3,2	6	1,2,3,9	1	0.2克/噸	20	0	-10	110	80	30	2	3	1
1_lg1	1,2,3,9	1	所有	6	1,2,3,9	1	0.1克/噸	20	0	-10	70	50	30	2	3	1
1_lg2	1,2,3,9	1	所有	6	1,2,3,9	1	0.1克/噸	20	0	-10	35	25	15	1	3	1
1_lg3	1,2,3,9	1	所有	6	1,2,3,9	1	0.1克/噸	20	0	-10	110	80	30	2	3	1
2_mg1	4,5,6	2	ID-3,2	6	4,5,6	2	0.2克/噸	20	0	-10	70	50	30	2	3	1
2_mg2	4,5,6	2	ID-3,2	6	4,5,6	2	0.2克/噸	20	0	-10	35	25	15	1	3	1
2_mg3	4,5,6	2	ID-3,2	6	4,5,6	2	0.2克/噸	20	0	-10	110	80	30	2	3	1
2_lg1	4,5,6	2	所有	6	4,5,6	2	0.1克/噸	20	0	-10	70	50	30	2	3	1
2_lg2	4,5,6	2	所有	6	4,5,6	2	0.1克/噸	20	0	-10	35	25	15	1	3	1
2_lg3	4,5,6	2	所有	6	4,5,6	2	0.1克/噸	20	0	-10	110	80	30	2	3	1
1_mg1	1,2,3,9	1	ID-3,2	7	1,2,3,9	1	0.2克/噸	10	0	0	70	50	30	2	3	1
1_mg2	1,2,3,9	1	ID-3,2	7	1,2,3,9	1	0.2克/噸	10	0	0	35	25	15	1	3	1

山口編號	合成物範圍			塊體範圍			研究方位			研究距離			複合樣本			
	蝕變域	地質域	品位域	構造域	蝕變域	地質域	品位域	走向(Z)	傾向(Y)	傾角(X)	長軸 (米)	半長軸 (米)	短軸 (米)	最少樣本 (估算)	最多樣本 (估算)	最多樣本 (DH)
1_mg3	1,2,3,9	1	ID-3,2	7	1,2,3,9	1	0.2克/噸	10	0	0	110	80	30	2	3	1
1_lg1	1,2,3,9	1	所有	7	1,2,3,9	1	0.1克/噸	10	0	0	70	50	30	2	3	1
1_lg2	1,2,3,9	1	所有	7	1,2,3,9	1	0.1克/噸	10	0	0	35	25	15	1	3	1
1_lg3	1,2,3,9	1	所有	7	1,2,3,9	1	0.1克/噸	10	0	0	110	80	30	2	3	1
2_mg1	4,5,6	2	ID-3,2	7	4,5,6	2	0.2克/噸	10	0	0	70	50	30	2	3	1
2_mg2	4,5,6	2	ID-3,2	7	4,5,6	2	0.2克/噸	10	0	0	35	25	15	1	3	1
2_mg3	4,5,6	2	ID-3,2	7	4,5,6	2	0.2克/噸	10	0	0	110	80	30	2	3	1
2_lg1	4,5,6	2	所有	7	4,5,6	2	0.1克/噸	10	0	0	70	50	30	2	3	1
2_lg2	4,5,6	2	所有	7	4,5,6	2	0.1克/噸	10	0	0	35	25	15	1	3	1
2_lg3	4,5,6	2	所有	7	4,5,6	2	0.1克/噸	10	0	0	110	80	30	2	3	1
1_mg1	1,2,3,9	1	ID-3,2	8	1,2,3,9	1	0.2克/噸	330	0	0	70	50	30	2	3	1
1_mg2	1,2,3,9	1	ID-3,2	8	1,2,3,9	1	0.2克/噸	330	0	0	35	25	15	1	3	1
1_mg3	1,2,3,9	1	ID-3,2	8	1,2,3,9	1	0.2克/噸	330	0	0	110	80	30	2	3	1
1_lg1	1,2,3,9	1	所有	8	1,2,3,9	1	0.1克/噸	330	0	0	70	50	30	2	3	1
1_lg2	1,2,3,9	1	所有	8	1,2,3,9	1	0.1克/噸	330	0	0	35	25	15	1	3	1
1_lg3	1,2,3,9	1	所有	8	1,2,3,9	1	0.1克/噸	330	0	0	110	80	30	2	3	1
2_mg1	4,5,6	2	ID-3,2	8	4,5,6	2	0.2克/噸	330	0	0	70	50	30	2	3	1
2_mg2	4,5,6	2	ID-3,2	8	4,5,6	2	0.2克/噸	330	0	0	35	25	15	1	3	1
2_mg3	4,5,6	2	ID-3,2	8	4,5,6	2	0.2克/噸	330	0	0	110	80	30	2	3	1
2_lg1	4,5,6	2	所有	8	4,5,6	2	0.1克/噸	330	0	0	70	50	30	2	3	1
2_lg2	4,5,6	2	所有	8	4,5,6	2	0.1克/噸	330	0	0	35	25	15	1	3	1
2_lg3	4,5,6	2	所有	8	4,5,6	2	0.1克/噸	330	0	0	110	80	30	2	3	1
1_bg1	1,2,3,9	1	ID-0	所有	1,2,3,9	1	外部	域_走向	域_傾向	域_傾角	70	50	30	2	3	1
1_bg2	1,2,3,9	1	ID-0	所有	1,2,3,9	1	外部	域_走向	域_傾向	域_傾角	35	25	15	1	3	1
1_bg3	1,2,3,9	1	ID-0	所有	1,2,3,9	1	外部	域_走向	域_傾向	域_傾角	110	80	30	2	3	1
2_bg1	4,5,6	2	ID-0	所有	4,5,6	2	外部	域_走向	域_傾向	域_傾角	70	50	30	2	3	1
2_bg2	4,5,6	2	ID-0	所有	4,5,6	2	外部	域_走向	域_傾向	域_傾角	35	25	15	1	3	1
2_bg3	4,5,6	2	ID-0	所有	4,5,6	2	外部	域_走向	域_傾向	域_傾角	110	80	30	2	3	1

### 最終資源量模型塊體重新劃分

最終資源儲量模型塊體為 15 米(高)×10 米×10 米，由之前的 5 米×5 米×5 米塊體重新劃分。重新劃分塊體品位根據原始塊體品位加權平均，地質及其他指標依據少數服從多數的原則。

貝拉德羅礦隨時間研究出精密的多路插值過程，運作良好。RPA 認為貝拉德羅礦資源估算方法合理及可接受。

### 資源估算驗證

MAGSRL 運用五個獨立的驗證程序驗證了資源塊模式。Sanfurgo 和 Juarez (二零一七年) 對其進行分析，分析結果及核對曲線如下：

1. 計算平面和剖面塊體複合樣本目測估值
2. 通過礦體控制模型核對
3. 根據複合樣本品位統計數據、直方圖和累積頻率曲線對比不同塊體
4. 距離差倒數平方 ( $ID^2$ ) 與最鄰近條帶圖 (NN) 對比
5. 二零一六年與二零一七年模型品位－資源重量曲線對比

MAGSRL 和 RPA 通過平面和剖面上塊體與複合樣本品位值的詳細對比發現，其在空間上的吻合較好(圖 14-12 和 14-13)。

圖 14-12 塊段和複合樣本金品位 - FILO FEDERICO 礦坑的 6,752,050N 剖面

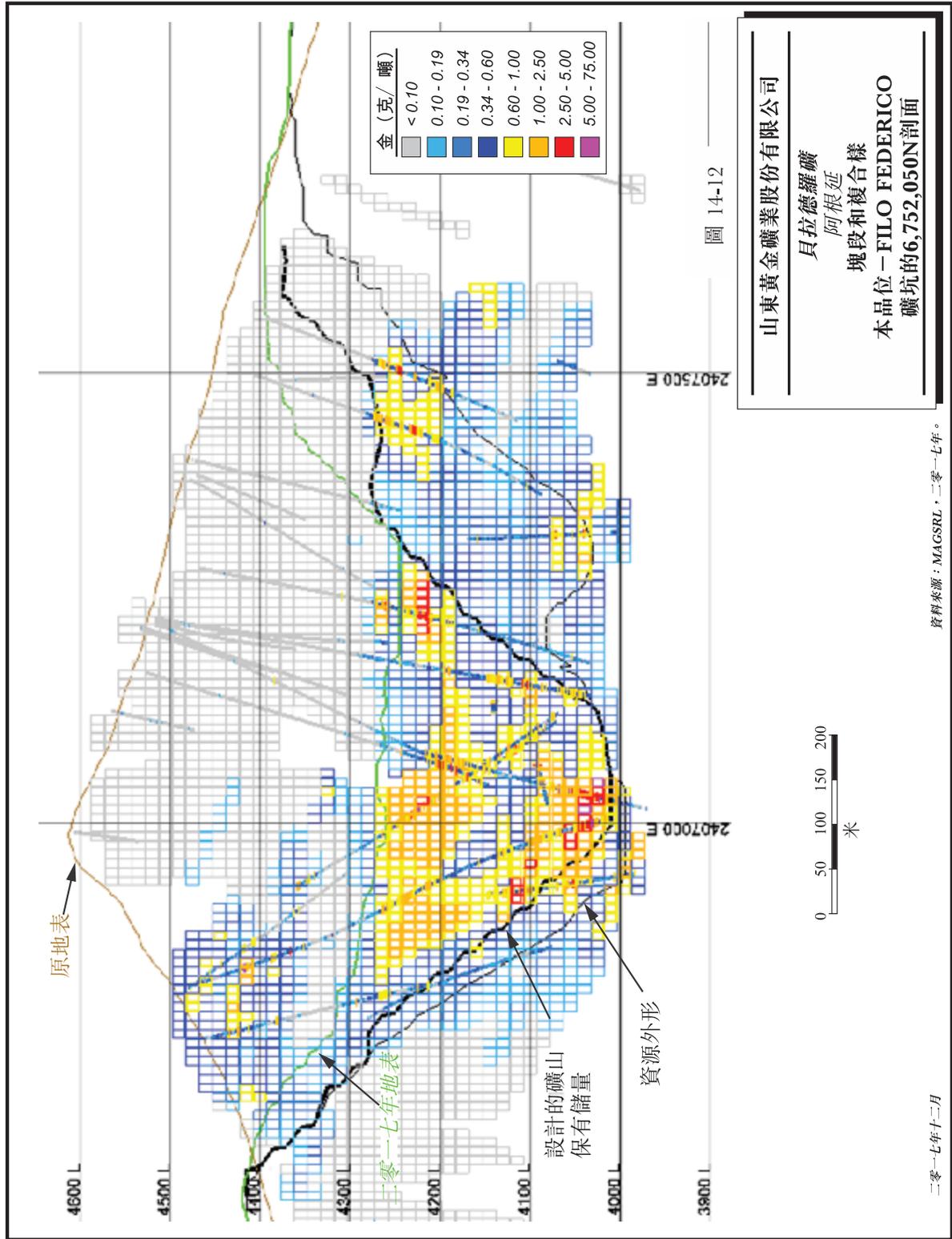
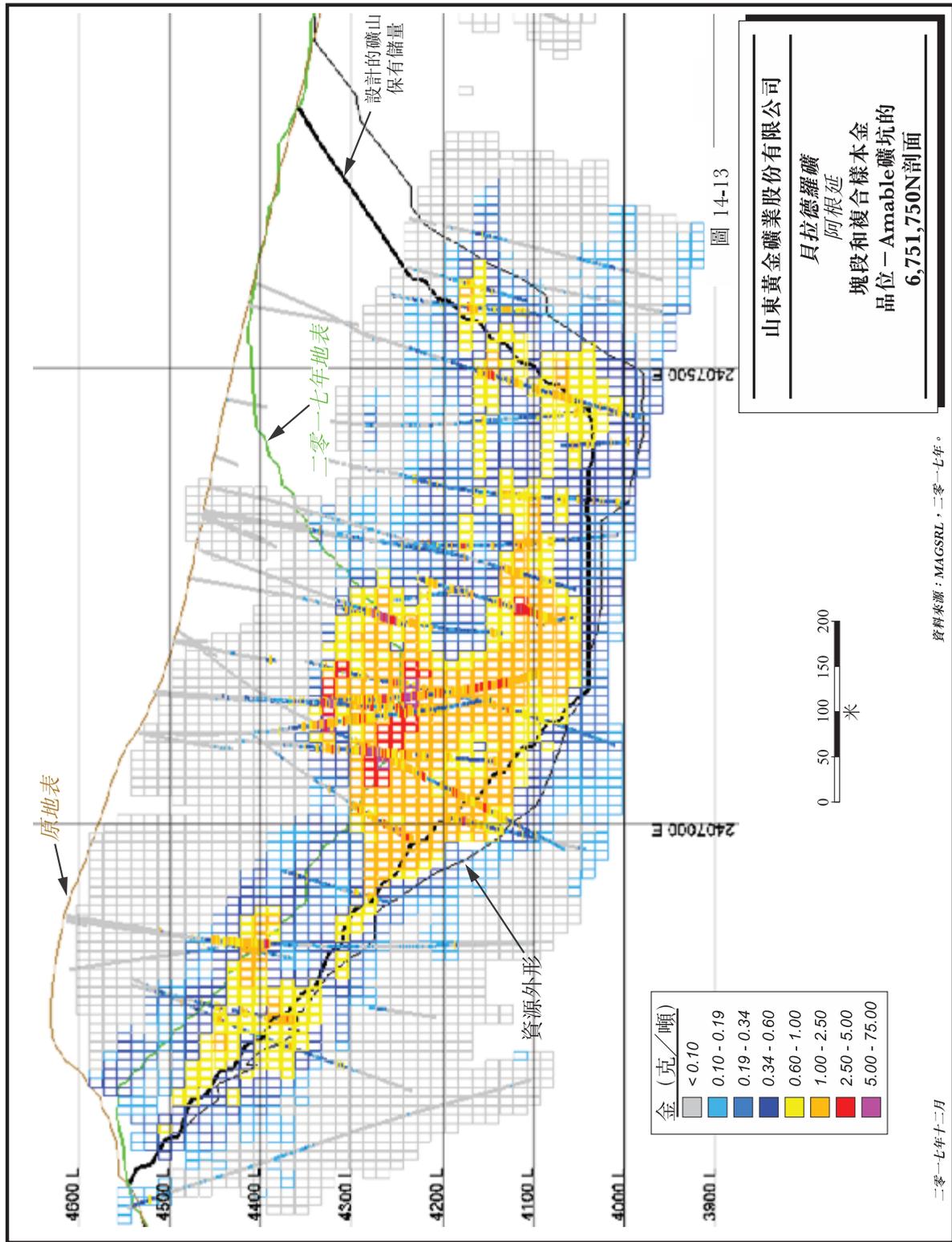


圖 14-13 塊段和複合樣本金品位 - AMABLE 礦坑的 6,751,750N 剖面



二零一七年的正式核對數據顯示，資源模型低估噸數約2%、金品位約7%、銀品位約10%、含金量約9%及含銀量約11%（表14-11）。

**表 14-11 二零一七年核對結果**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

月份	二零一七年品位控制				二零一七年資源模型(探明和控制)					
	噸	金 (克/噸)	金 (盎司)	銀 (克/噸)	銀 (盎司)	噸	金 (克/噸)	金 (盎司)	銀 (克/噸)	銀 (盎司)
一月	2,363,702	0.85	64,456	8.6	656,921	2,063,783	0.70	46,652	8.0	529,404
二月	2,566,817	0.74	61,418	7.9	648,396	2,495,986	0.92	73,852	7.1	568,716
三月	2,993,811	1.38	133,112	8.1	783,000	3,215,208	1.08	111,641	7.2	740,449
四月	2,348,303	1.15	87,128	9.2	694,320	2,152,687	0.94	65,127	9.8	677,024
五月	1,293,812	1.11	46,267	9.5	395,266	1,945,562	1.02	63,834	10.8	676,148
六月	1,733,713	0.95	52,876	7.9	441,464	1,606,926	0.81	42,029	8.2	425,669
七月	2,203,526	0.86	61,142	11.6	818,142	2,146,053	0.82	56,412	11.4	786,251
八月	2,252,172	0.98	71,196	11.9	858,747	2,246,172	1.05	75,502	10.3	740,179
九月	1,764,023	1.10	62,428	14.5	824,180	1,672,347	1.18	63,547	12.3	662,767
十月	2,594,064	1.19	99,330	17.1	1,429,511	2,398,134	1.11	85,359	14.8	1,143,720
十一月	2,664,330	1.04	88,749	16.8	1,441,939	2,481,791	1.06	84,826	15.9	1,266,106
十二月	2,566,490	0.99	81,420	25.5	2,102,780	2,476,263	0.87	69,566	22.1	1,755,578
二零一七年合計	<b>27,344,764</b>	<b>1.04</b>	<b>909,522</b>	<b>12.6</b>	<b>11,094,666</b>	<b>26,900,912</b>	<b>0.97</b>	<b>838,348</b>	<b>11.5</b>	<b>9,972,010</b>
偏差百分比						<b>101.6%</b>	<b>106.8%</b>	<b>108.5%</b>	<b>109.5%</b>	<b>111.3%</b>

整體而言，RPA 認為資源模型在品位控制和核對結果方面屬優良。MAGSRL 繼續實施更多的核對程序，將資源模型、品位控制模型、金產量精確對比，用以幫助指導和支持資源建模程序將來的變化。

如圖 14-14 縱剖面圖所示，貝拉德羅礦和 Amable 金礦化主要位於海拔 4,000-4,400 米之間。

圖 14-14 塊段金品位 - 250° 縱剖面

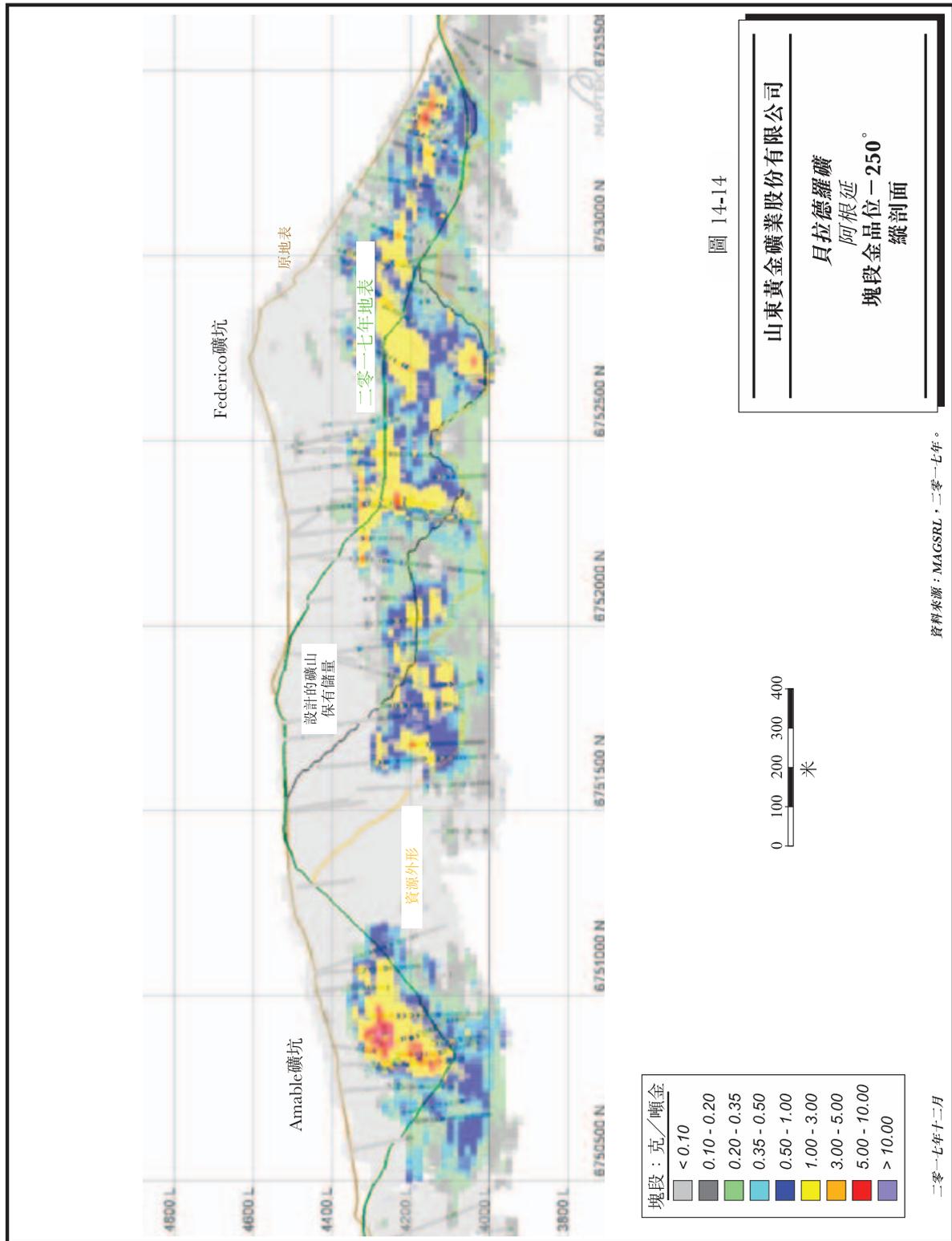


圖 14-15 顯示了不同標高鄰近條帶法 (NN) 和距離差倒數平方法 (ID<sup>2</sup>) 的峰值，顯而易見，峰值表明資源主要集中在近於海拔 4,000-4,400 米標高範圍內，鄰近條帶法 (綠線) 和距離差倒數平方法 (紅線) 塊體平均品位相似，距離差倒數平方法計算品位如預期所料比距離差倒數平方法稍低。黑線表示鄰近條帶法插值受估算區域限制，並與距離差倒數平方法的塊體品位非常接近。

### 資源分類

根據 5 米複合體與 5 米 × 5 米 × 5 米塊體中心距離及鑽孔數量劃分如下：

#### 探明礦產資源：

- 至少包含一個在塊體金品位在 0.2 克／噸 10 米 × 10 米 × 15 米塊體範圍內的複合樣本，不包括編碼為崩積層，熱液型和乳白色矽化部分。

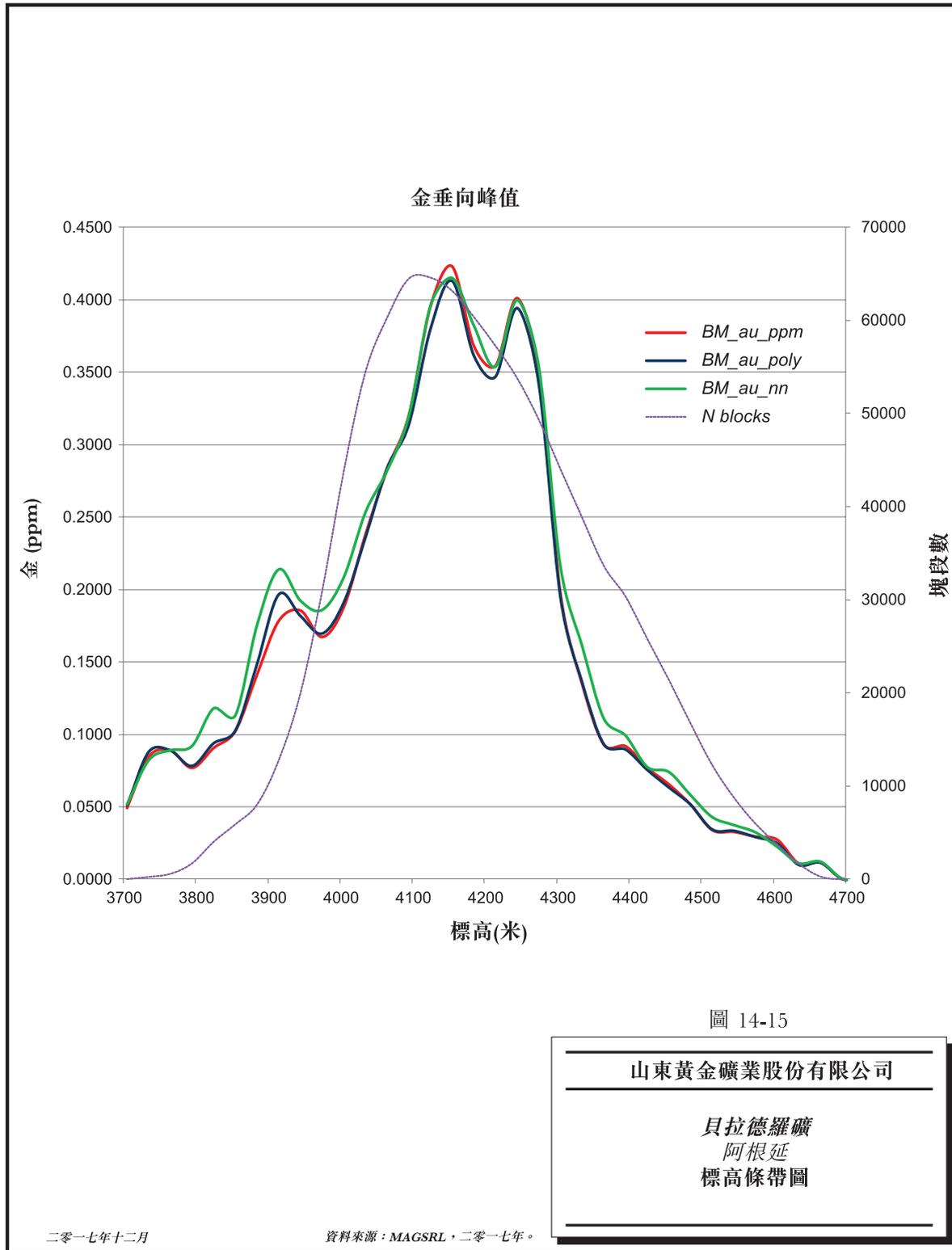
#### 控制礦產資源：

- 塊體金品位 < 0.2 克／噸：距離一個塊體最多 70 米，至少有兩個鑽孔的兩個複合樣本控制；或者距離一個塊體最多 35 米，有一個鑽孔的一個複合樣本控制。
- 塊體金品位 > 0.2 克／噸：距離一個塊體最多 35 米，有一個鑽孔的一個複合樣本控制。

#### 推斷礦產資源：

- 塊體金品位 < 0.2 克／噸：距離一個塊體 70 米至 110 米，至少有兩個鑽孔的兩個複合樣本控制。
- 塊體金品位 > 0.2 克／噸：距離一個塊體 35 米至 70 米，有一個鑽孔的一個複合樣本控制。
- 所有的崩積層：距離一個塊體最多 25 米，至少有一個鑽孔的一個複合樣本控制。
- 所有熱液型和乳白色矽化塊體：距離一個塊體最多 65 米，至少有一個鑽孔的一個複合樣本控制。

圖 14-15 標高條帶圖

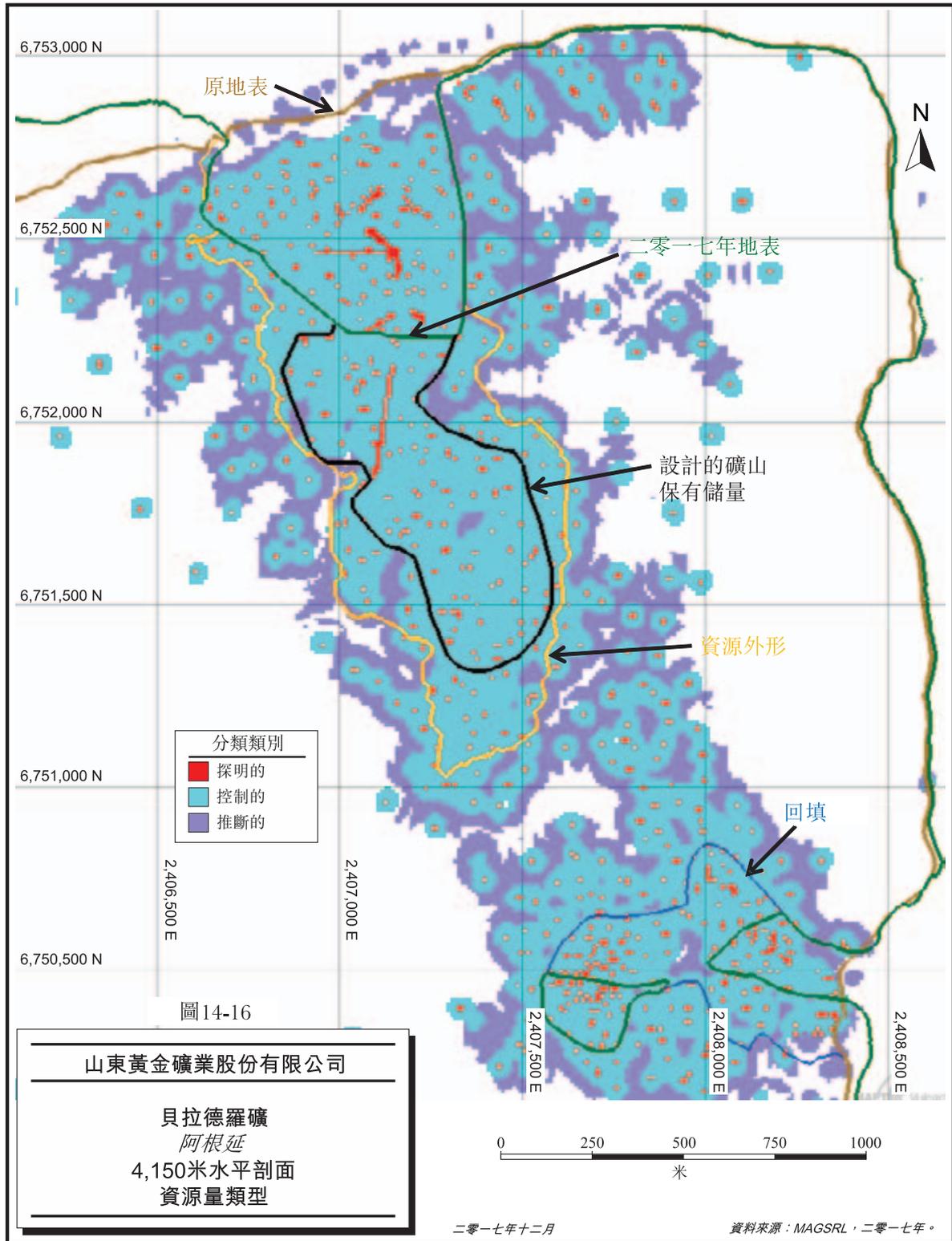


如之前所討論，距離 70 米和 110 米分別相當於二零一一年岩床全方位相關曲線圖中樣本差 80% 和 90%。圖 14-11 顯示二零一七年全方位相關曲線圖使用的 5 米金複合樣本的距離大於金品位 > 0.1 克／噸樣的距離。

每個塊體資源量類別的後期處理是為了減少獨立塊體封閉於不同資源類型塊體中，使同類型資源量能夠形成更多的連續區域。RPA 公司建議最好採用一個類型標準清理腳本。

RPA 認為推斷的資源量標準比較保守，總體而言，分類標準略顯保守。RPA 認為根據加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)的規定該分類方式是科學合理可以運用的，4,150 米水平剖面資源量分類模型見圖 14-16。

圖 14-16 4,150 米水平剖面資源量類型



## 15 礦產儲量估算

第14章中所闡述的資源估計結果是使用行業標準的方法進行編製的，也是對該礦床所給出一項可接受的表示結果。RPA 審核了所申報的資源數據、資源修正系數、生產計劃和現金流量分析結果，旨在確定礦產儲量的估算是否符合加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。根據這一審核結果，RPA 認為貝拉德羅礦露天礦坑最終設計中的探明和控制礦產資源可以歸類為證實的和可能的礦產儲量。

證實及概約礦產儲量總額估計約為222百萬噸，而餘下露天礦坑部分的證實及概約礦產儲量估計約為199百萬噸，含金0.77克/噸和含銀14.3克/噸，相當於4.9百萬盎司的黃金和92百萬盎司的白銀，如表15-1所示。

所有的露天礦儲量均位於貝拉德羅礦的Filo Federico礦坑內；Argenta礦坑已經在二零一五年開採殆盡，Amable礦坑也已在二零一三年採空。表15-1對礦產儲量的報告分為露天礦坑、礦石堆場和堆浸場的庫存儲量。礦產儲量中所報告的堆場礦石一般為破碎礦石類型，通常位於破碎設施附近區域，他們是在礦坑無法直接給礦時，用來維持破碎設施的持續給礦功能的。堆浸場的庫存儲量包括堆積在堆浸設施上的礦石含金量，這些礦石有待浸出或正被浸出，或已經從礦石中回收但仍處於溶解狀態，並保留浸堆內的水份。

表 15-1 礦產儲量 – 二零一八年三月三十一日  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

類別	儲量 (千噸)	金品位 (克/噸金)	銀品位 (克/噸銀)	含金量 (千盎司金)	含銀量 (千盎司銀)
證實儲量：					
露天礦坑	7,660	0.81	15.3	198	3,770
礦石堆	7,328	0.51	9.6	121	2,264
堆浸場庫存儲量	15,133	0.77	—	372	—
可能儲量：					
露天礦坑	191,731	0.76	14.3	4,709	88,176
<b>證實和可能儲量</b>	<b>221,852</b>	<b>0.76</b>	<b>13.2</b>	<b>5,401</b>	<b>94,210</b>

附註：

1. 礦產儲量採用加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
2. 礦產儲量估算採用金價為1,200美元/盎司，銀價為16.50美元，匯率為1.0美元兌20.0阿根廷比索。
3. 礦產儲量估算採用經濟邊界品位值，根據加工成本、回收率和溢利。第一類金礦石邊界品位值大約為0.18克/噸，第二類金礦石邊界品位值大約為0.32克/噸。
4. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

為了就報告礦產儲量確定最終礦坑界限，已以將該金礦價值最大化並減低生產風險為目標完成分析。因此，貝拉德羅礦的最終礦坑界限基於已完成分析，使用15%折現率和金價1,200美元/盎司而釐定，而最終的礦坑設計是基於按照金價900美元/盎司所生成的概念性露天礦坑外層。最終礦坑設計內的礦產儲量使用邊界品位(COG)按金價1,200美元/盎司、銀價16.50美元/盎司及匯率1.0美元兌20.0阿根廷比索而報告。COG也取決於岩石類型，就第一類金礦石而言約為0.18克/噸，而就第二類金礦石而言約為0.32克/噸。RPA認為，用於確定和報告礦石儲量的方法屬合適和合理。

截至二零一八年三月三十一日，露天礦坑內的礦產儲量較二零一七年年末減少約8百萬噸。由於相關礦產資源模型及經營參數並無任何變動，故差異乃僅因開採殆盡三個月期間。

計算儲量所用的金屬價格是基於共識、來自銀行、金融機構和其他來源的長期預測。就資源所用的金屬價格略高於就儲備所用的金屬價格。

RPA目前認為並無任何採礦、冶金、基礎設施、許可或其他相關因素可能對礦產儲量估算結果產生重大的影響。

RPA注意到，有機會在只對經濟參數作較小整體改進的情況下延長Filo Federico礦坑的壽命。如下所示，該潛能體現為礦產資源估算的一部分：

- 礦石噸數最多增加約140百萬噸。
- 約額外四年礦山壽命。

## 16 採礦方法

### 採礦作業概況

貝拉德羅礦是一座傳統的露天礦，採用卡車和鏟車進行作業，並建有堆浸設施；他自二零零五年以來一直在連續運轉。圖16-1顯示的是貝拉德羅礦現場總體佈局圖。從歷史上看，其產量來自兩個區域，一個是貝拉德羅，為過去主要的生產區域，另外一個是Argenta，其位於貝拉德羅區域東南約六公里處。貝拉德羅區域主要由兩個礦坑組成，即Amable和Filo Federico，Argenta只有一個礦坑。目前的開採作業僅僅涉及貝拉德羅區域的Filo Federico礦坑。

表16-1總結截至二零一八年三月三十一日該露天礦的生產情況。迄今為止，貝拉德羅礦開採了約336百萬噸礦石，其中含有11.6百萬盎司的黃金以及163百萬盎司的白銀，廢石與礦石剝採比為2.0:1.0。

表 16-1 貝拉德羅礦生產歷史  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

年份	礦石		銀品位 (克/噸銀)	含金量 (百萬 盎司金)	含銀量 (百萬 盎司銀)	廢石 開採量 (百萬噸)	開採量 合計 (百萬噸)	剝採比 (廢石： 礦石)
	開採量 (百萬噸)	金品位 (克/噸金)						
二零零五年	4.5	0.75	18.4	0.1	2.7	53.0	58.0	11.9
二零零六年	17.2	1.69	15.1	0.9	8.3	57.0	74.0	3.3
二零零七年	23.1	0.82	5.7	0.6	4.2	46.0	69.0	2.0
二零零八年	21.3	0.82	4.2	0.6	2.8	64.0	85.0	3.0
二零零九年	29.3	1.17	11.2	1.1	10.6	61.0	91.0	2.1
二零一零年	29.9	1.52	18.0	1.5	17.3	55.0	85.0	1.8
二零一一年	31.4	1.30	25.7	1.3	26.0	59.0	90.0	1.9
二零一二年	26.9	1.12	21.0	1.0	18.2	57.0	84.0	2.1
二零一三年	28.6	0.94	13.5	0.9	12.4	50.0	79.0	1.8
二零一四年	29.6	1.00	12.0	1.0	11.4	38.0	68.0	1.3
二零一五年	29.4	0.81	21.3	0.8	20.1	54.0	83.0	1.8
二零一六年	27.6	0.82	10.8	0.7	9.5	34.7	62.2	1.3
二零一七年	29.2	1.00	12.5	0.9	11.7	35.5	64.6	1.2
二零一八年第一季度	8.3	1.01	27.5	0.3	7.3	11.9	20.2	1.4
<b>合計</b>	<b>336.2</b>	<b>1.07</b>	<b>15.0</b>	<b>11.6</b>	<b>162.6</b>	<b>676.1</b>	<b>1,013.1</b>	<b>2.0</b>

附註：

1. 貝拉德羅礦生產包括貝拉德羅區域和 Argenta 區域。
2. 開採的礦石接收地點包括破碎機、堆浸設施和礦石堆場。
3. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

Amable 礦坑的礦產儲量已經於二零一三年開採殆盡，未來沒有重新在該礦坑開始採礦作業的計劃(廢石回填工作開始於二零一四年)。從 Amable 礦坑開採的礦石總共約 73 百萬噸。Argenta 礦坑的礦產儲量於二零一五年開採殆盡，總共開採了約 12 百萬噸礦石。截至二零一八年三月三十一日，從 Filo Federico 礦坑大約開採了 251 百萬噸的礦石。

表 16-2 總結了截至二零一八年三月三十一日堆浸作業的生產歷史。迄今為止，貝拉德羅礦已將約 327 百萬噸的礦石，相當於 11.4 百萬盎司的黃金和 160 百萬盎司的白銀用於堆浸作業。開採礦石(表 16-1)與堆浸礦石(表 16-2)兩者之差，就是堆場礦石和破碎作業中的礦石。

表 16-2 貝拉德羅礦堆浸生產歷史  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

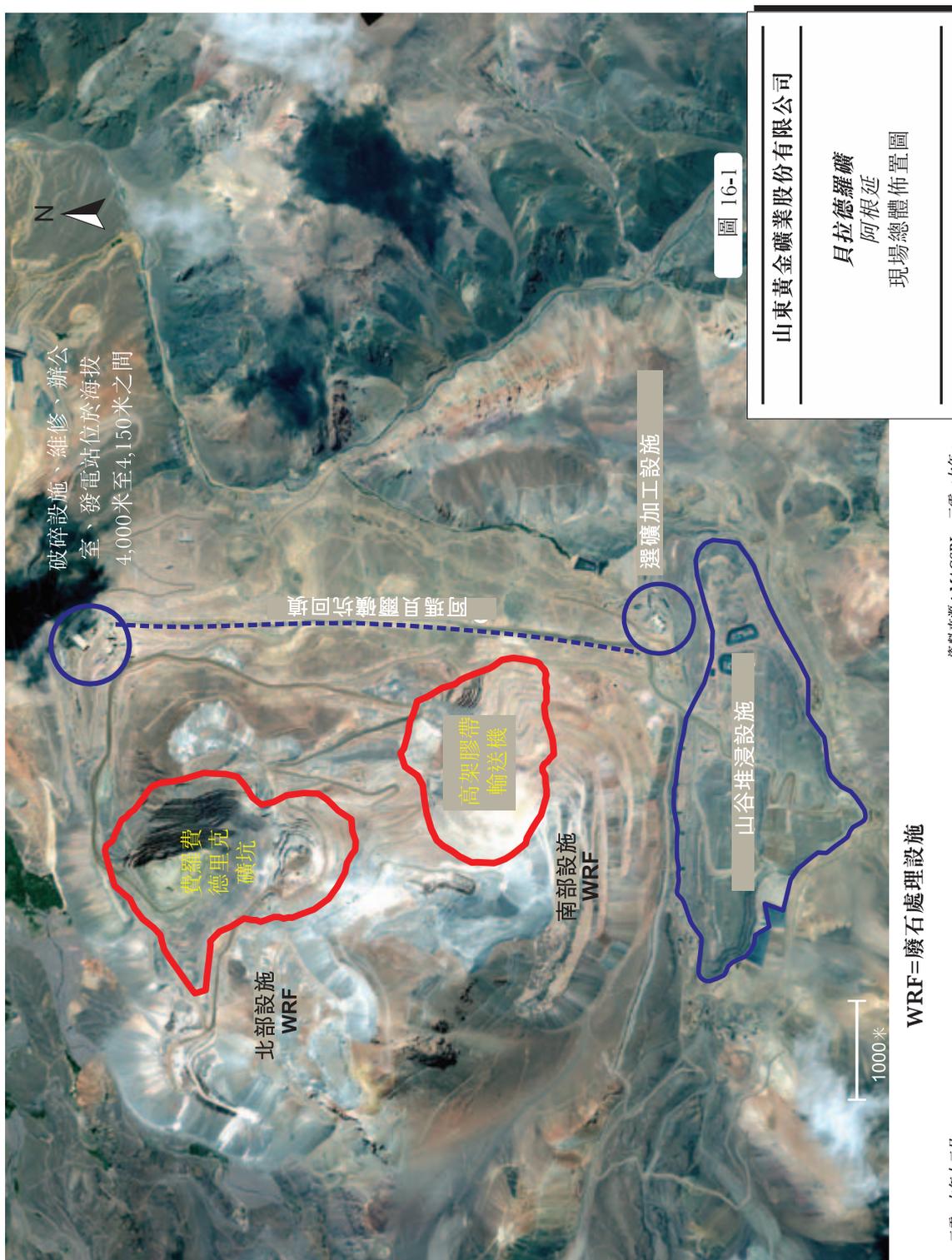
年份	堆浸	金品位	銀品位	含金量	含銀量	已回收金	已回收銀
	礦石量 (百萬噸)	(克/噸金)	(克/噸銀)	(百萬盎司金)	(百萬盎司銀)	(百萬盎司金)	(百萬盎司銀)
二零零五年	4.1	0.77	18.8	0.1	2.5	0.1	0
二零零六年	13.7	2.03	17.9	0.9	7.9	0.5	0.6
二零零七年	17.8	0.92	6.6	0.5	3.8	0.5	0.4
二零零八年	21.2	0.85	4.5	0.6	3.1	0.5	0.5
二零零九年	28.2	1.17	11.1	1.1	10.1	0.6	1.3
二零一零年	30.7	1.50	17.7	1.5	17.4	1.1	2.1
二零一一年	31.7	1.28	25.2	1.3	25.7	1.0	1.7
二零一二年	27.7	1.10	20.5	1.0	18.3	0.8	2.4
二零一三年	29.1	0.94	13.6	0.9	12.7	0.6	2.5
二零一四年	29.5	1.00	11.6	1.0	11.0	0.7	1.4
二零一五年	28.4	0.82	21.2	0.8	19.3	0.6	1.3
二零一六年	28.0	0.80	10.8	0.7	9.7	0.5	1.5
二零一七年	28.8	1.02	12.6	0.9	11.7	0.6	0.8
二零一八年第一季度	7.9	1.04	27.9	0.3	7.1	0.1	0.2
合計	<b>326.9</b>	<b>1.09</b>	<b>15.2</b>	<b>11.4</b>	<b>160.3</b>	<b>8.3</b>	<b>16.7</b>

附註：

1. 貝拉德羅礦生產包括貝拉德羅區域和 Argenta 區域。
2. 堆浸礦石量包括破碎、原礦石和堆場礦石。
3. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

RPA 指出，迄今為止堆浸作業的回收率分別大約為黃金 73% 和白銀 11%。

圖 16-1 現場總體布置圖



## 採礦方法

下面將介紹現有 Filo Federico 礦坑的採礦方法及相關基礎設施。

露天礦開採作業位於地形崎嶇陡峭的山坡上，計劃開採的區域主要位於海拔 3,900 米和 4,600 米之間。未來約七年內，預計將露天開採約 407 百萬噸的物料，露天開採作業將在二零二四年結束。在此期間，預測露天礦礦石產量約為每年 27 百萬噸至 31 百萬噸之間，而總物料開採規模會於二零一八年達至約 79 百萬噸的高峰，以後穩步下降至二零二四年的 34 百萬噸。

最終的 Filo Federico 礦坑沿著走向大約為兩公里，通常有一公里寬，最大深度約 750 米。比較而言，已經採空的 Amable 礦坑形狀為圓形，直徑約一公里，最大深度約 530 米。最終的 Argenta 露天礦坑輪廓沿著走向約一公里長，通常寬半公里，最大深度大約 300 米。

貝拉德羅廢石處理設施最終安排方案是，堆放持續開挖的地表廢料，沿著輪廓，直到 Filo Federico 礦坑的兩側，並回填已經採空的 Amable 礦坑。Amable 礦坑的回填工作始於二零一四年十月。

選礦作業基於一處山谷堆浸設施，其給料為破碎礦石和原礦石兩種，通過採礦自卸車最終運抵堆浸場。該山谷堆浸設施位於 Filo Federico 以南約四公里處，然而，其通過道路從該礦坑，運達山谷堆浸設施接收地點的距離大約為 5.7 公里。

大部分剩餘的礦產儲量均安排進行破碎處理，然後再運抵山谷堆浸設施，因為這種方式通常會比將原礦石直接進行堆浸，能夠獲得更高的利潤率。破碎設施位於最終礦坑邊緣以東約 1.5 公里處。經過破碎後的礦石，由礦用卡車直接運送至山谷堆浸設施。一旦到達山谷堆浸設施接收點，運輸距離通常是兩至三公里之間。原礦石是直接從礦坑運出，送達山谷堆浸設施。

## 礦山設計

礦山作業完全採用露天開採法，主要利用載重 218 噸具有剛性框架的自卸卡車以及各種柴油動力的液壓挖掘機和前端裝載機作為主要裝載設備。自卸卡車也用來運輸礦石至山谷堆浸設施進行堆浸。也需要進行爆破作業，但是在開始開拓新的作業面時，地表偶爾也有鬆散物料。在產鑽井作業使用的是大型柴油動力的爆破孔鑽機。

礦產資源模型，參見第 14 章的描述，導自 Vulcan 軟件，然後再導入 Q'pit 公司的 Q'pit 軟件(Q'pit)。礦山模型利用 Q'pit 軟件編製，然後根據不同的礦石類型，採用了不同的選礦回收率，最終計算出潛在的礦塊收入，並根據蝕變類型，確定邊坡區域。礦山模型用 Q'pit 軟件導出後，再導入 Dassault Systèmes Geovia 公司的 Whittle 4.X 軟件(Whittle)，使用 Lerchs-Grossmann 算法，對露天礦坑進行優化。礦坑外形，由 Whittle 軟件生成之後，導入 Q'pit 軟件，用來進行詳細礦坑設計、礦山服務年限期間的生產調度安排以及礦產資源和儲量報告。

表 16-3 給出了 Whittle 軟件進行礦山模型開發並對露天礦坑進行優化時的操作參數。

表 16-3 礦山優化參數  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

輸入參數	單位	數值
收入因素：		
金價	美元／盎司	1,200
銀價	美元／盎司	16.50
黃金支付系數	%	100
白銀支付系數	%	100
匯率	美元：阿根廷比索	1.0:20.0
銷售成本：		
精煉	美元／盎司	1.58
權利金	%	3.75
出口稅	%	0
礦坑邊坡(坡道之間)，按照岩石類型：		
PPW (爆破岩石)	度	37
熱液岩石	度	35
崩積物	度	30
明礬石砂層	度	45
矽化FF	度	54
明礬石砂層應力層	度	42
採礦參數：		
採礦參考成本	美元／噸開採量	3.22
採收率	%	100
採礦貧化率	%	0
選礦參數(Filo Federico 第一類礦石)：		
黃金回收率，破碎礦石	%	0.3> = 克／噸金； = 60.0
	%	0.3< = 克／噸金 <0.5； = 38.4* 克／噸金 +55
	%	0.5< = 克／噸金 <1.6； = 2.4* 克／噸金 +77
	%	1.6< = 克／噸金 <2.0； = 10.0* 克／噸金 +65
	%	2.0< = 克／噸金 <3.0； = 2.0* 克／噸金 +81
	%	3.0< = 克／噸金； = 87.0
黃金回收率，原礦石	%	60
白銀回收率，破碎礦石	%	10.6
白銀回收率，原礦石	%	0
選礦成本	美元／噸破碎礦石	3.63
選礦成本	美元／噸原礦石	1.81
堆浸擴建	美元／噸處理量	0.80
一般行政管理費用	美元／噸破碎礦石	3.43
經營假設：		
破碎處理量	噸／天	75,154
平均密度	噸／立方米	2.47
礦山開採期間黃金回收率	%	75.5
邊界金品位，Filo Federico 第一類礦	克／噸金	0.18

Whittle 軟件優化工作是按照黃金價格 1,200 美元／盎司的基本情形進行的。優化期間，審查了一系列黃金價格水平，以測試礦坑在較低的黃金價格和較高的黃金價格下的敏感度，並幫助確定礦坑開採計劃。

採礦參考成本是按照礦山服務年限期間詳細營運成本估計，對所有開採噸位的平均值。除了開採參考成本外，也考慮了礦山維持成本(主要是大修和／或更換費用)和增加的運輸費用。在 Whittle 優化工作中，沒有對採收率或者貧化率進行假設，原因是對於一系列的因素綜合考慮之後，上述的指標已經在資源模型中有所反映，這一系列因素包括礦塊大小的選擇(10 米 × 10 米 × 15 米高)，成礦帶橫向和縱向要有好的連續性，圍繞上述邊界品位礦化區的邊緣礦化區周圍呈現漸變狀態。對採礦系數因素進行驗證時，將資源模型和品位控制模型以及調度報告的以往情況，進行了合理的比對。

對於選礦作業，確定了兩種礦石類型：第一類和第二類；露天礦坑內約 93% 的剩餘儲量確定為第一類礦石(有關 Filo Federico 礦坑外形的第二類礦石的視覺表現，見圖 14-6 第二類冶金區域)。每種礦石類型均可以按照原礦石處理，不進行破碎或粉碎(破碎)。將黃金和白銀回收率根據礦塊特性，應用於個體礦塊。對於原礦石方式和破碎方式的收入均進行計算，並且通常選擇具有最高利潤率的方式，除非破碎機具備破碎能力。如果破碎機還具備破碎能力，並且仍然有利可圖，那麼礦石優先採用破碎系統進行處理，以便得用堆浸動力學，獲得更高的回收率。

堆浸擴建成本適用於原礦石和粉碎礦石兩種，但是一般行政管理成本僅僅適用於破碎方式，原因是破碎方式有其固定的年處理能力，而原礦石方式每年是可變的。

破碎處理量為位於 Filo Federico 礦坑正東的永久性破碎站兩台破碎機的設計處理能力。礦山服務年限期間約 75% 的平均黃金回收率適用於所有申報礦產儲量。

用於申報礦產儲量的邊界品位 (COG) 計算時，採用了下列公式：

$$\text{COG} = \text{RAu} * \text{SPAu}/31.1035 * (1-\text{ET}) - (\text{Cp} + \text{Hle} + \text{IMc} + \text{Cga} + \text{Ccp}) - ((\text{RAu} * \text{SPAu})/31.1035 * \text{RT})$$

這裏，COG = 坑內(坑內盈虧平衡)的當量金邊界品位

Cp	=	選礦成本
Hle	=	堆浸擴建成本
IMc	=	增加的維持性採礦成本
Cga	=	一般行政管理費用
Ccp	=	礦山關閉計劃的費用
RAu	=	回收的黃金品位
SPAu	=	扣除每盎司成本、費用和應付費用之後的黃金銷售價格
TR	=	金屬加工和精煉費用(TC/RC)以及運輸費用
ET	=	出口稅
RT	=	權利金，阿根廷聖胡安省及 IPEEM

白銀，雖然包括在礦山規劃回收中，但是由於其提取回收率較低而顯得微不足道，而且對於最終礦坑的界限沒有顯著的影響。

表 16-4 詳細給出了按照不同礦石類型和加工方法確定的坑內邊界品位。有關礦產資源和儲量的邊界品位估算的細節在 Romeu 報告(二零一七年十二月)中都有記錄。RPA 認為，儲量邊界品位乃根據標準行業慣例進行估計。

**表 16-4 坑內邊界品位，礦產儲量**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

礦石類型	原礦石	原礦石破碎	破碎
	邊界品位	邊界品位	邊界品位
	(克/噸金)	(克/噸金)	(克/噸金)
Filo Federico 第一類礦石	0.18	0.30	0.61
Filo Federico 第二類礦石	0.45	0.32	0.69

當處理原礦石時，若有多餘破碎能力，在堆積前破碎有關礦石以提高回收率，更為有利可圖。在該等情況下，邊界品位估算不包括一般及行政成本，且採用原礦石破碎邊界品位。倘為第二類礦石，原礦石破碎邊界品位低於原礦石邊界品位，然而，RPA 注意到概無礦石被報告為邊界品位低於 0.45 克/噸金的第二類礦石，且僅有約 1% 儲量被報告為邊界品位介乎 0.45 克/噸金至 0.69 克/噸金的第二類的礦石。

除了用於生產調度作業的礦產儲量邊界品位外，邊界品位還用於日常作業(作業邊界品位)，以界定邊界產品。邊界品位已作出必要的更新，以反映當前的黃金價格市場。作業邊界品位使用相同的邊界品位公式進行計算，但是，黃金價格是基於三個月的往績平均價格。在現場考察時，就採用了 1,278 美元/盎司的黃金價格。介於礦產儲量邊界品位和作業邊界品位的礦化物料，運抵山谷堆浸設施或長期堆存，有可能在常規開採作業結束時進行加工處理，這取決於當時的市場條件。這種物料不作為儲量進行申報。

為了就報告礦產儲量確定最終礦坑界限，已以將該金礦價值最大化並減低生產風險為目標完成分析。作為該過程的一部分，會使用 0%、5%、10% 及 15% 的折現率以及表 16-3 呈列的金銀回收率檢視最終礦坑外形對折現率的敏感度。最終礦坑外形敏感度所用的貼現率是根據 Barrick 公司指引，而金屬回收率預測是基於測試及過往經營表現。在所有情況下均出現類似趨勢，即選擇以低於基礎情況 1,200 美元/盎司的金價生成的礦坑外形僅導致價值出現微不足道的減少，而開採噸數和含金量盎司大幅下降。因此，貝拉德羅礦的最終礦坑界限基於已完成分析，使用 15% 折現率及基於按照金價 900 美元/盎司所生成的概念性露天礦坑外層而釐定。RPA 認為，用於選擇最終礦坑外形的方法屬合適和合理。

其他的礦坑外形用來作為指導設計礦坑階段，生成最終礦坑，以便最大限度地提高項目的價值，同時保持實際的礦山序列和生產計劃。

詳細礦坑設計、長期生產計劃、儲量申報工作均用 Q'pit 軟件完成。礦坑中間台階也由 Q'pit 軟件經過數字化處理，並符合 Whittle 礦坑外形輪廓和坑壁坡度限制，包括運輸坡道。由於露天礦坑位於山體側邊坡上，運輸坡道多數採用坑採廢石作為填充材料。詳細的礦山設計參數表如 16-5 所示。坑壁邊坡根據不同的地質區域變化(實際上遵循蝕變模型)，這一點本章後面將具體討論。

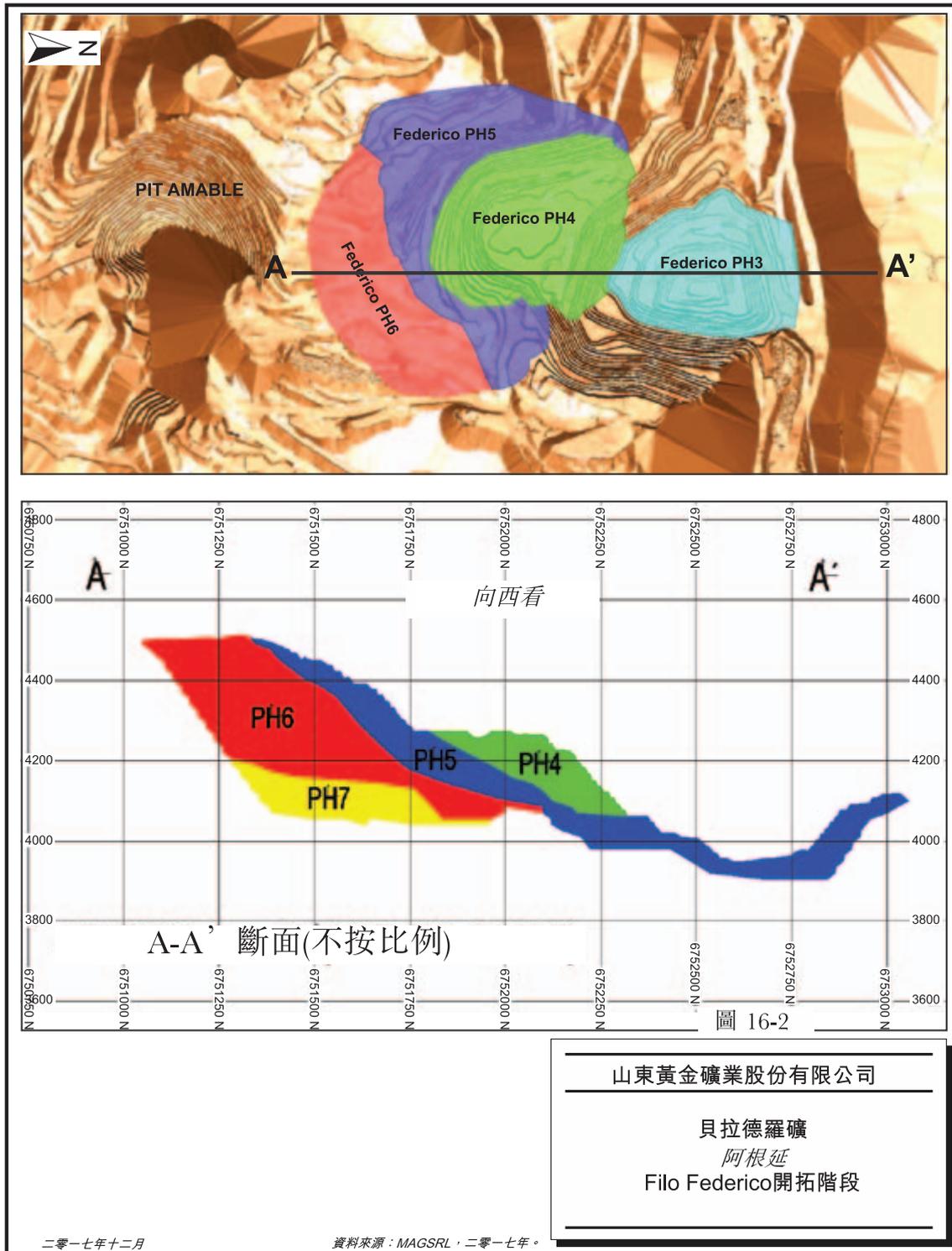
**表 16-5 礦山設計參數**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

參數	單位	數值
運輸道路的寬度	米	32
道路坡度，最大	%	10
開採階段高度	米	15
安全坡台寬度	米	7.1 至 19.6
台階坡面角	度	67 至 80
斜坡坡角	度	30 至 54

32 米的運輸道路寬度包括單肩坡台和集水溝在內。

RPA 認為，最終礦坑設計遵循了 Whittle 最佳礦坑外形，而且必要時可對運輸坡道進行調整。在大多數情況下，礦坑設計中均存在超過 100 米的回推距離，允許有足夠的空間，進行大規模的作業。圖 16-2 給出了該礦坑不同階段的平面圖和截面圖。

圖 16-2 FILO FEDERICO 開拓階段



短期礦山規劃及詳細礦坑設計乃利用 MineSight 軟件(內置品位控制模型)完成。

## 地面條件／邊坡穩定性

用來研究貝拉德羅礦邊坡設計參數的可行性岩土分析已由 Golder Associates Inc. (Golder) 完成。Golder 對於邊坡設計進行了評估，並使用在各個地質區域開採作業(二零零二年、二零零三年、二零零七年、二零一一年)所獲得的新的地質、岩土、結構資料，進行了更新。除了礦坑邊坡外，Golder 還對廢石處理設施(WRF)、山谷堆浸設施和土建基礎設施，如破碎設備和高架膠帶輸送系統的地面條件進行了評估和審查。

表 16-6 總結了 Golder 最近期就貝拉德羅礦提出的設計建議，列出了坡道之間斜坡角 (IRA)、台階坡面角 (BFA)、攔阻台階寬度 (CBW) 等數據 (Golder, 二零一七年)。斜坡區域根據岩石蝕變類型確定。

**表 16-6 GOLDER 邊坡設計建議匯總**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

岩石蝕變類型	IRA (度)	BFA (度)	CBW (米)
PPW (爆破岩石)	37	37	0
熱液岩石	35	67	15.1
崩積物	30	67	19.6
明礬石砂岩	45	70	9.5
矽化 FF	50	70	7.1
明礬石矽應力岩	42	70	11.2

RPA 認為，Golder 所完成的工作範圍適當，礦坑設計也基於合理的工程分析和假設。

貝拉德羅礦已安裝一個精密的自動和手動數據收集系統，用於監測井壁活動。二零一七年九月，已開始安裝兩個監察坑壁變化的雷達系統。第一部分已開始運作，而第二部分須額外零件，預期將於二零一八年上半年開始運作。此外，已安裝稜鏡、引伸計、壓力計和其他儀器的網絡，以監察坑壁的邊坡穩定性、山谷堆浸設施和廢石處理設施。

## 礦坑邊坡變陡計劃

二零一四年，已開始在貝拉德羅礦進行有關 Filo Federico 最終坑壁 IRA 變陡的調查。RPA 注意到，已就類似的最終坑壁變陡做法作出調查，並已在鄰近的 Amable 礦坑成功應用。IRA 提高，邊坡變陡的主要好處是，減少礦山服務年限期間的廢石開採量，其次是小幅增加礦石的開採量。

二零一四年底，內部完成了礦坑邊坡分析研究，這項研究證實了該計劃的良好效果。然後，二零一五年初，獨立顧問公司 SRK Consulting Argentina S.A.(SRK) 又開展了更為詳細的審查和分析。SRK 的研究結果也很有前途，包括建議持續進行分析，開展現場研究，更新蝕變結構模型，進而完成更高級別的調查工作，以便增大邊坡的陡度。

最明顯的邊坡變化出現在擬定 IRA 為 50° 至 54° 的矽化蝕變區域。表 16-7 列出 IRA 斜度與表 16-6 所列 Golder 對 IRA 的設計建議之間的比較。

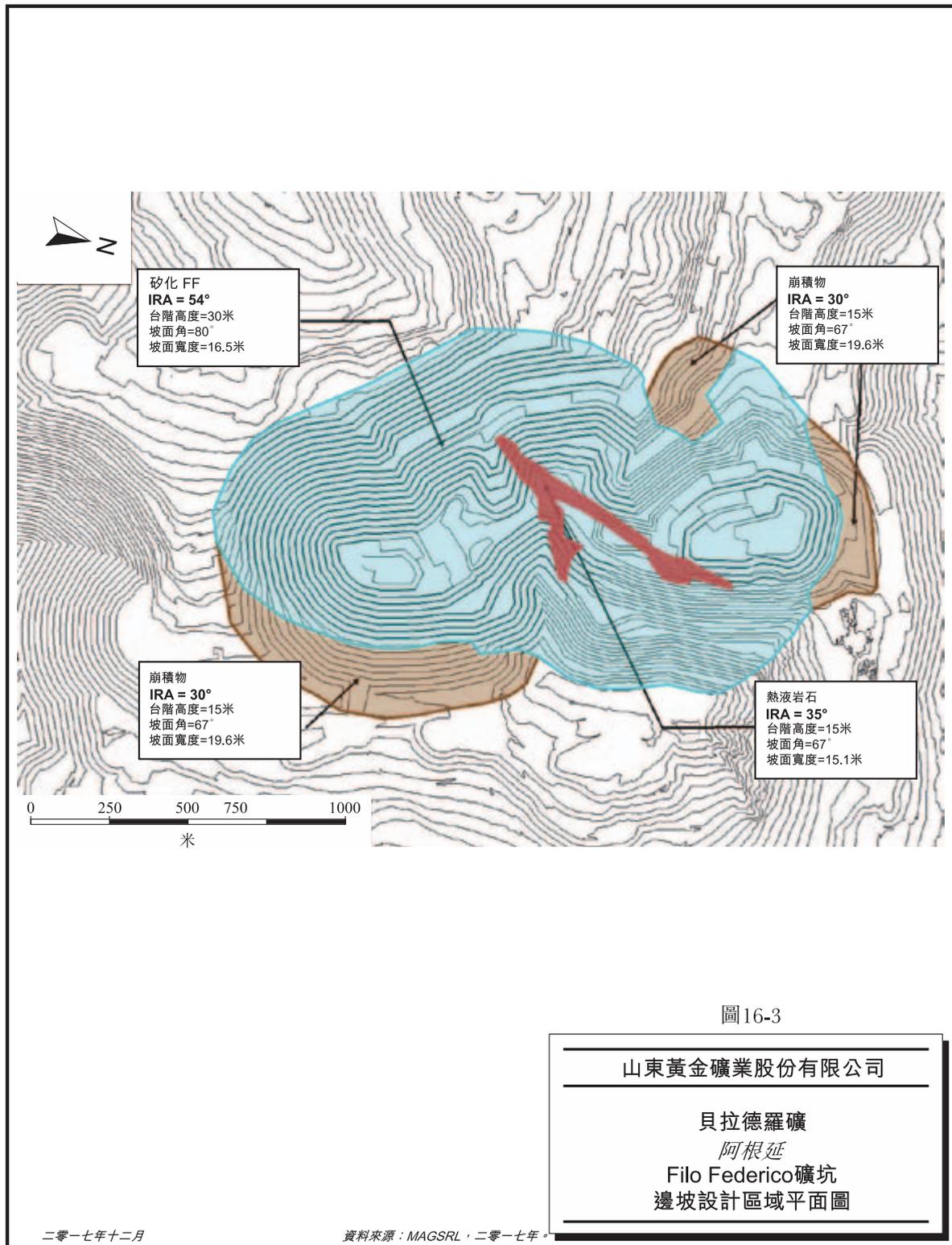
**表 16-7 最終坑壁斜坡角的比較**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

岩石蝕變類型	現有礦坑設計	過往礦坑設計
	IRA (度)	IRA (度)
PPW (爆破岩石)	37	37
熱液岩石	35	35
崩積物	30	30
明礬石矽岩	45	45
矽化 FF	54	50
明礬石矽應力岩	42	42

RPA 指出，即使只有矽化蝕變設計部分變陡，但如圖 16-3 所示，這是最終礦坑界限的最常見設計部分。概無有關蝕變區域界限的重大修訂。

圖 16-3 FILO FEDERICO 礦坑邊坡設計區域平面圖

資料來源：巴理克黃金，二零一七年



為了實現更陡峭的IRA，MAGSRL建議矽化蝕變設計部分的雙台階為30米，並修改BFA和CBW。表16-8列出30米雙台高的矽化蝕變區域的加陡坡邊設計的概要。

**表 16-8 加陡坡邊設計概要**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

岩石蝕變類型	IRA (度)	BFA (度)	CBW (米)
矽化FF	54	80	16.5

附註：IRA (坡道之間斜坡角)、BFA (台階坡面角)、CBW (攔阻台階寬度)

除了審查現有的Filo Federico礦坑坑壁的以往表現結果及經營台階試驗結果外，還完成了新的研究，且正在不斷證明增大坑壁坡道之間斜坡角的可行性。在二零一五年、二零一六年和二零一七年，預裂和光面爆破技術的台階試驗已在礦坑各區域完成(第3、4和5期)，顯示有能力將台階加一倍至30米。Golder(二零一七年十二月)最近已就此項工作進行審查，其中包括一次實地考察。Golder對於堅固岩石的礦坑邊坡由50°加斜至54°得出有利結論。Golder認為，岩土工程模型足夠可靠，足以支持雙台階設計，目前的重點是就實施30米高台階和運營做法與運營團隊合作。

### 開採因素

在Filo Federico過往階段的坑壁作業中，只進行了光面爆破。一般而言，設計礦坑邊坡已實現，但是，在台階上已積聚了大量物料。為了實現更陡峭的IRA，需要進行預裂和光面鑽孔及爆破。

二零一六年，須就開始在最終礦坑界限(第六期)的較高台階進行廢石剝離作出決定，以維持礦山生產及未來的礦石輸出。這個最終礦坑設計(和相關的礦坑優化)以30米高台階和表16-8所示矽化蝕變區域的設計參數為基礎。第五期及第六期已露出最多120米或四台階的最終坑壁。

RPA已審閱了當前的礦產儲量估算，並考慮了表16-6所示Golder推薦的礦坑邊坡設計。RPA注意到，在先前應用的礦坑邊坡角度上，目前的礦產儲量估算仍然實用，然而，有需要在礦山服務年限內移除約46百萬噸(約25百萬立方米碎粉)的額外廢石(在現有WRF設計中存在的額外廢石量)。

## 生產計劃

只有具有探明或控制資源分類的礦產資源，才轉換為證實儲量或可能儲量，才能用於生產計劃。二零一七年底礦山設計中所製定的礦山生產計劃是，破碎能力達到每天約 83,000 噸（每年 3,000 萬噸）並在礦山服務年限期間，每天最多額外增加 10,000 噸。就二零一八年第一季度生產調整二零一七年年底生產計劃，計劃在二零一八年之後三個季度開採約 59 百萬噸礦岩（礦石加廢石），然後到開採作業的最後一年二零二四年，總開採量下降至大約 34 百萬噸水平。RPA 的意見是，採礦車隊有足夠的裝運能力實現生產目標。表 16-9 列示經調整礦山服務年限礦山生產計劃。

表 16-9 礦山服務年限礦山生產計劃  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

年份	礦石 開採量	金品位	銀品位	含金量	含銀量	廢石 開採量	開採 量合計	剝採比 (廢石： 礦石)
二零一八年四月一日起	21.5	0.77	17.0	0.5	11.7	37.4	58.8	1.7
二零一九年	27.5	0.69	15.2	0.6	13.4	49.7	77.2	1.8
二零二零年	29.1	0.70	18.6	0.7	17.4	46.3	75.4	1.6
二零二一年	29.7	0.63	10.0	0.6	9.6	33.6	63.3	1.1
二零二二年	29.7	0.69	13.4	0.7	12.8	30.4	60.0	1.0
二零二三年	31.4	0.89	14.8	0.9	14.9	7.4	38.8	0.2
二零二四年	30.3	0.98	11.9	1.0	11.6	3.4	33.7	0.1
<b>總計</b>	<b>199.1</b>	<b>0.77</b>	<b>14.3</b>	<b>4.9</b>	<b>91.4</b>	<b>208.1</b>	<b>407.3</b>	<b>1.0</b>

## 附註：

1. 二零一八年未滿一年，自二零一八年四月一日起計。
2. 礦石開採量並不包括再處理的礦石堆。
3. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

## 廢石

在礦山開採期間的生產計劃中，確定了兩個主要廢石處理設施：北部廢石處理設施和南部廢石處理設施。圖 16-4 是貝拉德羅區域最終廢石處理設施設計的等距視圖。北部廢石處理設施位於 Filo Federico 礦坑以西，坐落於海拔 4,000 米至 4,700 米之間的山側邊坡上。南部廢石處理設施位於 Filo Federico 礦坑以南，靠近東西狹長的山谷堆浸設施的北部。南部廢石處理設施包括對 Amable 礦坑的回填任務在內，位於海拔 4,100 米至 4,600 米之間。

Amable 礦坑的回填工作在約海拔 4,385 米至海拔 4,395 米的壩頂高程進行，斜坡面高度最高不超過 300 米。Amable 礦坑回填的坡腳已經趨於穩定，可以支撐礦坑邊坡和廢石。側面邊坡廢石處理設施設計多個高度，封閉前斜坡面從坡腳至頂部的高度小於 200 米，但是北部廢石處理設施屬單獨區域，封閉前斜坡面的高度約 350 米。

北部廢石處理設施和南部廢石處理設施餘下的容量總計超過2.8億立方米，而在礦山服務年限期間的生產計劃中有不超過1.15億立方米的廢石碎粉(假設30%膨脹率)。

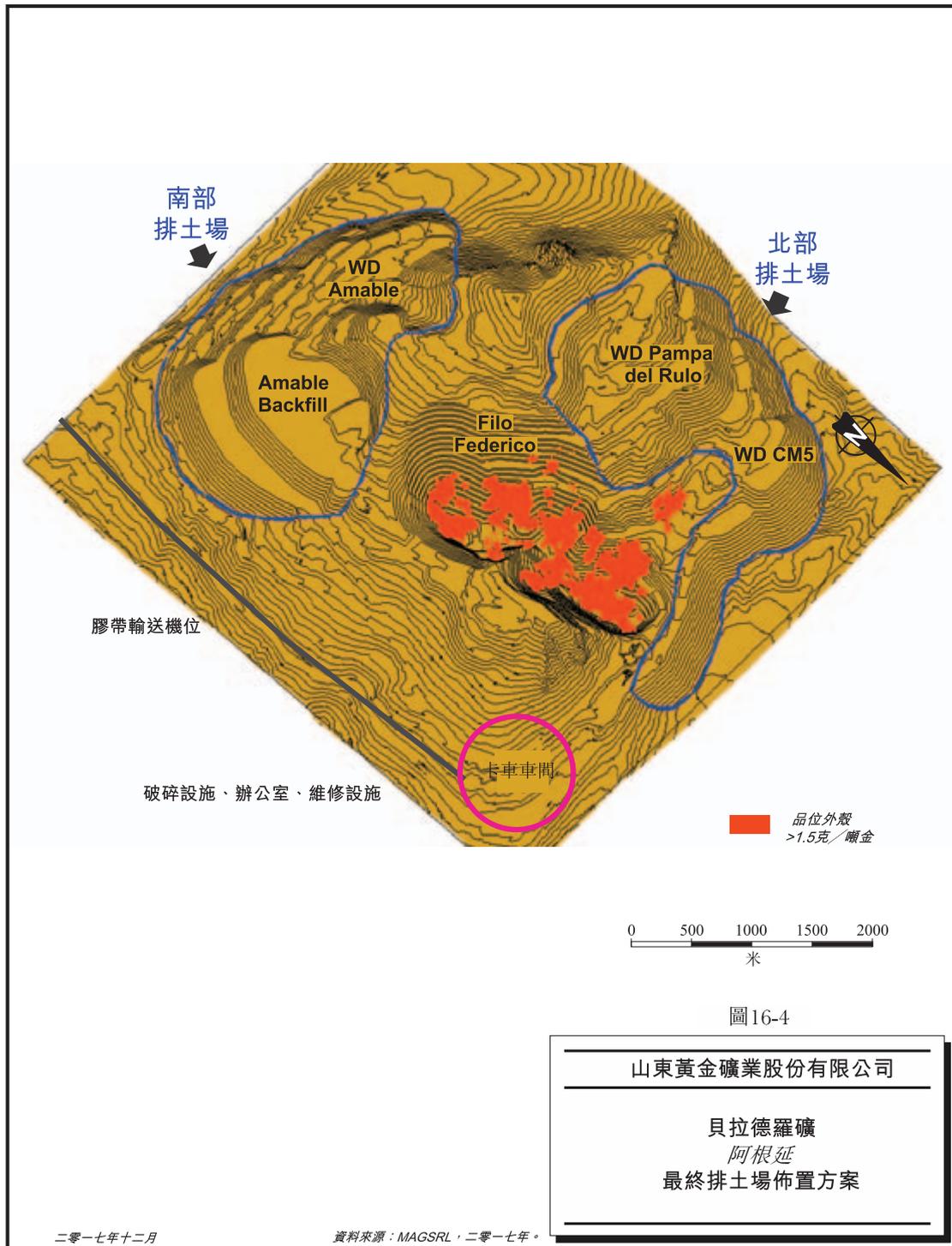
廢石處理設施內的隔離物料為低品位金礦石(介於礦山儲量邊界品位和物料邊界品位之間)，如果市場條件允許，有利可圖，可以在生產計劃結束時回收和加工。

Golder已經在二零零二年編製一份綜合性的廢石處理設施地質技術報告。Golder自二零零二年以來一直會對廢石處理設施進行現場檢查，最近一次檢查和報告已於二零一七年十二月完成(二零一七年十二月)。除南部廢石處理設施內的一個區域(Botadero Amable Sur)之外，並無發現與廢石處理設施有關的重大憂慮或問題。根據生產計劃，Botadero Amable Sur區域已關閉約七年，該期間內出現若干裂縫，表示已出現變形，Golder已確認為潛在穩定風險。進一步變動可能侵蝕山谷堆浸設施的北翼部分。RPA注意到此情況並不影響山谷堆浸設施的現有產能或其向西部擴充的計劃。RPA建議在合資格地質工程師的協助下制訂西部廢石處理設施的穩定性緩解計劃，並注意到已與Golder展開有關進行西部廢石處理設施的穩定性評估的討論。

圖 16-4 貝拉德羅礦最終排土場佈置方案

除了廢石處理設施外，在山體邊坡上還有許多填挖道路，作為礦坑至廢石處理設施、工藝設施和其他現場基礎設施提供通行的道路。

目前礦山計劃中沒有需要在露天礦坑作業期間或之後，進行特殊處理或容納的廢石。



## 山谷堆浸設施

一處山谷堆浸設施位於 Amable 礦坑和南部廢石處理設施的南側。最後提出的山谷堆浸設施設計東西長度約五公里，由南到北大約一公里，佔地面積約 270 公頃。位於海拔 4,000 米和 4,300 米之間的範圍內，作業台階最大海拔高程約 4,375 米。山谷堆浸設施內部最大垂直高度限定為原始墊層之上 150 米，通常堆積高度 13 米。

迄今為止，第 1 至第 5 期的山谷堆浸設施堆積了約 327 百萬噸礦石，其中第 4B、5A 和 5B 期目前處於活躍狀態。表 16-10 概述山谷堆浸設施按階段呈列的歷史和計劃礦山服務年限礦石堆積情況。

**表 16-10 貝拉德羅礦山谷堆浸設施按階段呈列的堆積情況**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

按階段呈列的噸數	二零一七年末	礦山服務年限	額外
	的實際堆放量	預測	處理能力
	(百萬噸)	(百萬噸)	(百萬噸)
F1	69	0	
F2A	23	0	
F2B	34	0	20*
F2C	30	0	
F3	55	0	
Ph4A	29	0	0
Ph5A	35	6	0
Ph4B	39	17	0
Ph5B	15	34	0
Ph6	0	59	0
Ph7	0	39	0
Ph8	0	41	0
Ph9	0	25	6
<b>山谷堆浸設施各階段</b>	<b>327</b>	<b>222</b>	<b>26</b>

附註：

\* 此區域處於第 1 至 3 期 (F1 至 F3)。

因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

在第 4 至第 9 期，其餘山谷堆浸設施處理能力超過 220 百萬噸，第 1 至第 3 期的可用額外處理能力約為 20 百萬噸。RPA 確認，計劃山谷堆浸設施中有足夠的剩餘處理能力來堆放現有的露天礦坑的證實和可能儲量，包括約 207 百萬噸的礦石堆。

該礦已獲得了所有必要的物料許可證，以便運營山谷堆浸設施，直到 5B 工程階段。6 至 9 工程階段的環保批准於二零一七年五月十九日經聖胡安礦業部長確認，然而，該等階段的建設須經額外許可，目前正在取得。在等待最終工程許可的同時，已取得早期土木工程活動的授權。圖 16-5 顯示了山谷堆浸設施的建議最終佈局和排序。

Vector Argentina S.A. 在二零零七年編製了一份全面的山谷堆浸設施地質技術報告。

圖 16-5 最終提出的 VLF 安排方案

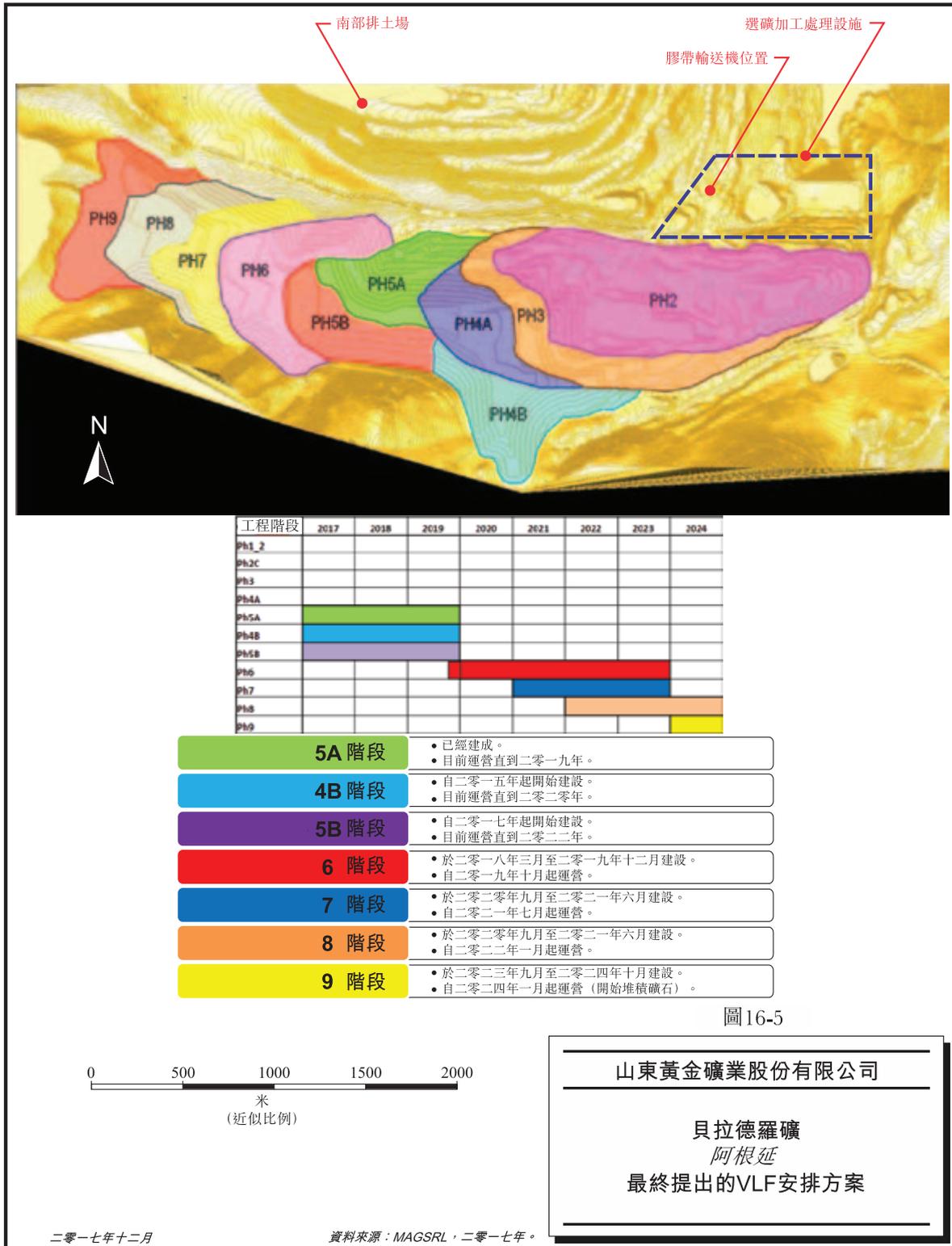


圖 16-5

山東黃金礦業股份有限公司

貝拉德羅礦  
阿根廷  
最終提出的 VLF 安排方案

二零一七年十二月

資料來源：MAGSRL，二零一七年。

## 採礦設備

貝拉德羅礦是典型的卡車和電鏟作業露天礦，所有主要生產設備均配備有 GPS 調度系統。在生產計劃方面，設備功率因高海拔而下降。

主要運輸卡車為 46 台 Caterpillar 793 卡車，額定 218 噸的有效載荷。卡車車隊的最大年運輸能力超過 100 百萬噸，足以滿足餘下礦山年限每年最多約 79 百萬噸的物料運輸。

裝載作業使用的是各種柴油機動力設備，目前的主要生產設備計劃如下：

- 三台 Liebherr 996 型正鏟，鏟鬥容量 36 立方米；
- 兩台 Komatsu PC 5500 型正鏟，鏟鬥容量 29 立方米；
- 四台 Caterpillar 994 型前端裝載機，鏟鬥容量 19 立方米。

柴油動力生產牙輪鑽機目前配備情況是：

- 五台 Drilltech D90K 型；
- 兩台 Ingersol Rand DMM2 型；
- 三台 Atlas Copco PV271 型。

所有的鑽機都配備了 260 毫米鑽頭。德泰克和阿特拉斯科普柯鑽機能夠在達到單程 15 米鑽探的階段高度後再往下鑽一米，而英格索蘭德鑽頭需要增加鑽杆才能達到要求深度。總的鑽探生產能力約為 9,000 萬噸／年，足以滿足每年最大約 7,900 萬噸的物料挖掘作業。

最終坑壁預裂鑽孔是用兩台 Atlas Copco D65 型和一台 Sandvik Pantera 1500 型進行。D65 型可以鑽 30 米長的雙台階，而 Pantera 僅限於一個 15 米長的台階。預型孔的直徑為 127 毫米，間距為 1.5 米。

在爆破方面，採用乳化炸藥和硝酸銨和燃料油（銨油）炸藥相結合，裝入每個鑽孔。通常，柱底 25%-35% 裝有乳化炸藥，頂部裝入銨油炸藥。礦坑通常比較乾燥（作業中沒有礦坑排水井，地表水也有限），因此，使用乳化炸藥的目的是增加爆破力量。礦山開採期間的單位炸藥消耗量平均約為 0.4 公斤／噸，炸藥消耗量上升的目的是為選礦廠準備礦石，並減少破碎工作。

對礦山移動設備的生產率進行了審查，包括可用性和利用率，以研究採礦生產率和成本是否適當。RPA 公司認為生產設備生產力比較合理。目前礦山設備以及主要輔助設備的情況如表 16-11 所示。

表 16-11 礦山設備表  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

設備名稱及型號	製造廠家	二零一七年末
		當前
運輸卡車，793	Caterpillar	46
運輸卡車，777	Caterpillar	2
正鏟，996	Liebherr	3
正鏟，PC5500	Komatsu	2
前輪裝載機，994	Caterpillar	4
鑽機(爆破孔)，D90K	Drilltech	5
鑽機(爆破孔)，DMM2	Ingersoll Rand	2
鑽機(爆破孔)，PV271	Atlas Copco	3
履帶式推土機，D10	Caterpillar	6
自動平地機，16H	Caterpillar	5
挖溝機，PC2000	Komatsu	1
挖溝機，385	Caterpillar	1
挖溝機，345	Caterpillar	1
前輪裝載機，WD854	Komatsu	3
前輪裝載機，988	Caterpillar	1
水車，777	Caterpillar	4
鑽機(預裂)，Pantera 1500	Sandvik	1
鑽機(預裂)，Flexi Roc D65	Atlas Copco	2

### 礦山人力資源

貝拉德羅礦每天 24 小時運行，每年安排 365 天工作。對於大多數工作崗位，均有四個工作人員，有兩個隨時在現場，每天 12 小時輪班，14 天工作，14 天休息。

採礦作業人力資源配備基於每個作業崗位約四個操作人員。採礦作業(包括礦山管理及技術服務)的人力資源估計為 519 人。礦山維護及支援僱員估計為 391 人。RPA 認為人力資源的估計是合理的。

## 礦山基礎設施

貝拉德羅礦擁有所有必要的基礎設施，可以在高海拔的偏遠地區開展大型露天礦作業。採礦相關的基礎設施包括一個卡車車間、卡車清洗設施、倉庫、燃料儲存和分配設施、炸藥存儲和炸藥庫場地、配電設施和變電站，可以支持建設項目和礦山運營。

## 17 提取方法

貝拉德羅礦使用氰化物堆浸法處理礦石，在 Merrill-Crowe 鋅置換金選廠內提取金。較低品位礦石（即將超過邊界品位的原礦石，及低於邊界品位的破碎礦石）經過開採之後，用自卸卡車運到山谷堆浸設施，並與破碎礦石進行混合（在過去，原礦石堆放在單獨的區域，與經過破碎的礦石隔開）。最終通過卡車將原礦石和破碎礦石運到堆浸場，然後使用履帶式推土機攤開。

## 破碎廠

破碎作業的簡化選礦流程圖如圖 17-1 所示。

超過邊界黃金品位、需要進行破碎的礦石，使用卡車從礦山或堆場運來，經過兩級破碎作業之後，獲得 80% 的 40 毫米 (P80) 大小的粒度。

破碎廠的處理能力約為每個工作日 83,000 噸。該廠房的技術限制為每個工作日處理 100,000 噸，即有可能通過最佳的操作和機械利用率所達到的處理水平。

卡車直接將礦石倒入規格為 1,270 毫米 × 1,650 毫米旋回破碎機粗碎作業。經過破碎後，1 號線的產品排入緩衝漏斗內，通過一台板式給礦機和一台膠帶輸送機轉運至一座有效容量為 2,000 噸的礦石堆場。2 號線的經破碎礦石進入緩衝漏斗之後，再給入膠帶輸送機。膠帶輸送機再將礦石直接運到二級破碎機的緩衝倉，或者轉入具有緩衝功能的礦石堆場。

從堆場出來的經一級破碎礦石，通過膠帶輸送機運至分配漏斗，給入兩台平行佈置的粗粒篩。篩上產品送入兩台 MP800 的標準圓錐破碎機，然後將石灰添加到篩下產品與破碎機產品的混合產品中。2 號線流程與 1 號線類似，區別是 2 號線只有一台粗粒篩和一台二級圓錐破碎機。二級破碎機以開路作業，因此破碎產品和粗粒篩的篩下產品，一起送入破碎礦石倉。

之前從 1 號礦石倉運送經破碎礦石至 2 號礦石倉的高架膠帶輸送機自二零一五年二月以來已經停止使用，其後因維護和機械問題過多而退役。因此，經過破碎的礦石目前由 11 輛卡車從破碎廠，運抵山谷堆浸設施，運輸距離約 4.2 公里。

## 山谷堆浸設施

在山谷堆浸設施，作為元件的礦石的堆放高度為13米。元件大小一般為200米至250米乘80米至100米，或約20,000平方米，含有約450,000噸至500,000噸礦石。堆浸場的最大高度限制為，從原始墊層開始向上總體堆高不超過150米，但一般堆放高度為100米或以下。

二零一七年，主要在工作階段4B、5A及5B的堆放活躍，預測於一直至二零一九年該等工作階段的堆放將繼續。

堆浸場目前正分期持續向西擴建。在當前二零一七年現場考察期間，墊層在5B階段鋪設。

環境影響評價更新報告(EIA)的第五次更新包含要求批准6至9工程階段堆浸場的擴充。堆浸場的擴充6至9工程階段的環保批准於二零一七年五月十九日經聖胡安礦業部長確認，然而，該等階段的建設須經額外許可，目前正在取得。在等待最終工程許可的同時，已取得早期土建工程活動的授權。工程階段6的建設包含一個新建的PSSA，將就所有後續工作階段投入運營，使溶液管理改善及作為現有PSSA的添加。

山谷堆浸設施表面面積約為230,000平方米至260,000平方米，在任何既定時間使用滴灌器添加貧化氰化物堆浸溶液。滴灌設備埋深約60厘米至65厘米，以便最大限度地分配溶液，並盡量減少凍結風險和蒸發。貧液泵送系統的名義產能為2,900立方米／小時。貴液通過大壩在堆浸場底部區域收集，然後抽到Merrill-Crowe黃金回收廠。PLS回收系統提供的額外名義產能為0至2,700立方米／小時，能夠控制PSSA的溶液水平及濃縮較低品位礦石的溶液。

## MERRILL-CROWE 選礦廠

Merrill-Crowe 選礦廠的流程如圖 17-2 所示。

貴液經過壓濾機澄清之後，存儲在澄清溶液罐中。從該儲存罐流出之後，泵送到真空脫氣塔，將含有貴金屬的溶液中溶解的氧氣除掉。隨著貴液從脫氣塔中流出，再將鋅粉加入溶液中，然後貴金屬從溶液中沉澱出來，形成固體沉澱物。使用板框壓濾機，進行固液分離。貧液收集進入貧液池，添加氰化物和補充水到該貧液中，然後在山谷堆浸設施進行循環再用。

鋅沉澱物經過壓濾機之後收集起來，使用蒸餾釜進行處理，目的是在真空加熱下，從沉澱物中回收汞蒸氣。收集的副產品汞在現場存儲起來。

經過乾燥後的沉澱物與助熔劑進行混合，在感應電爐中進行熔煉。經過熔煉過程產出的金錠，運送離開現場進行進一步精煉，以生產出優質的金銀產品。

### 選礦人力資源

貝拉德羅礦每天 24 小時運行，每年安排 365 天工作。對於大多數工作崗位，均有四個工作人員，有兩個隨時在現場，每天 12 小時輪班，14 天工作，14 天休息。

選礦作業人力資源配備基於每個作業崗位約兩個至四個操作人員，視乎崗位是否只有日班，還是分別有日夜班。選礦作業(包括管理和技術服務)人力資源維護人員估計為 153 人。選礦維護僱員估計為 76 人。RPA 認為人力資源的估計是合理的。

### 討論

選礦處理設施看起來運行很好，基於山谷堆浸設施溶液條件，目前有許多局限。

一級破碎機與選礦設施之間的高架膠帶輸送機因機械問題自二零一五年二月起已經停運。目前並無計劃重新起用膠帶輸送機。礦山卡車用作將破碎礦石由一級破碎機直接運送至山谷堆浸設施。於二零一六年，由於因膠帶輸送機停運產生的額外礦石運輸需求，採礦車隊添置了四輛新卡車以維持生產水平。

市場條件導致副產品汞的銷量萎縮。因此，MAGSRL 在金精煉設施附近修建了儲存設施，用於長期存放汞。目前將汞存放在 82 升的儲罐內，儲罐儲存在煉金廠內。由於礦山關閉計劃中未作安排，所以如果無其他處置方案，礦山服務年限結束後清除汞所需的費用將從生產成本中開支，處置方案正在調查中。

山谷堆浸設施的運行受到二零一四年第四次礦山 EIA 所製定的某些監管參數的約束，進一步詳情載於第 20 章。監管審批的二零一四年礦山環評更新報告以及相關的二零一六年監管決議，規定了山谷堆浸設施觸發限定數值。如果突破這些參數，將觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，即在超過期間，對新水補給及在選礦溶液中添加氰化物進行約束。山谷堆浸設施觸發限定數值如下：

山谷堆浸設施觸發限定數值	參考值
LCRS (或 SRRF) – 僅影響工作階段 1 及 2	海拔 3,914.7 米
PSSA (或 AASR) 水位 – 影響全部工作階段	海拔 3,927 米
最大 LCRS (或 SRRF) 泵送速度	270 立方米/天

獲批新建 PSSA 於二零一四年建成，運行限制海拔為 3,927 米，作此限制的目的是控制堆浸主底襯承受的水位差。因此需要密切監測山谷堆浸設施內的溶液流量。

對洩漏物收集和回收系統 (LCRS 或 SRRF) 的運行限制是：最高海拔 3,914.7 米，最大泵送率為 270 立方米／天，這可能會限制山谷堆浸設施的正常開發，導致工作階段 1 至 3 低處礦石對方空間減少，延誤金屬回收。目前，監管部門正在審查山谷堆浸設施管控觸發條件，尋找擴容空間，提高設施的運行靈活性，減少潛在的金屬回收生產延誤。

當融雪引起堆浸液存儲區的水位超出二零一四年更新的礦山環境許可規定的山谷堆浸設施觸發限定數值時，貝拉德羅礦的運行可能會受到進一步的影響。發生該事件時，礦區可能需要觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，在超過期間，對新水補給及氰化物添加進行約束。

為幫助管理溶液量，於二零一六年在工作階段 2 興建兩個儲存池，並為二零一七年現場考察時投入運營。

現場或未來有足夠維持作業的選礦材料。

圖 17-1 破碎車間流程圖

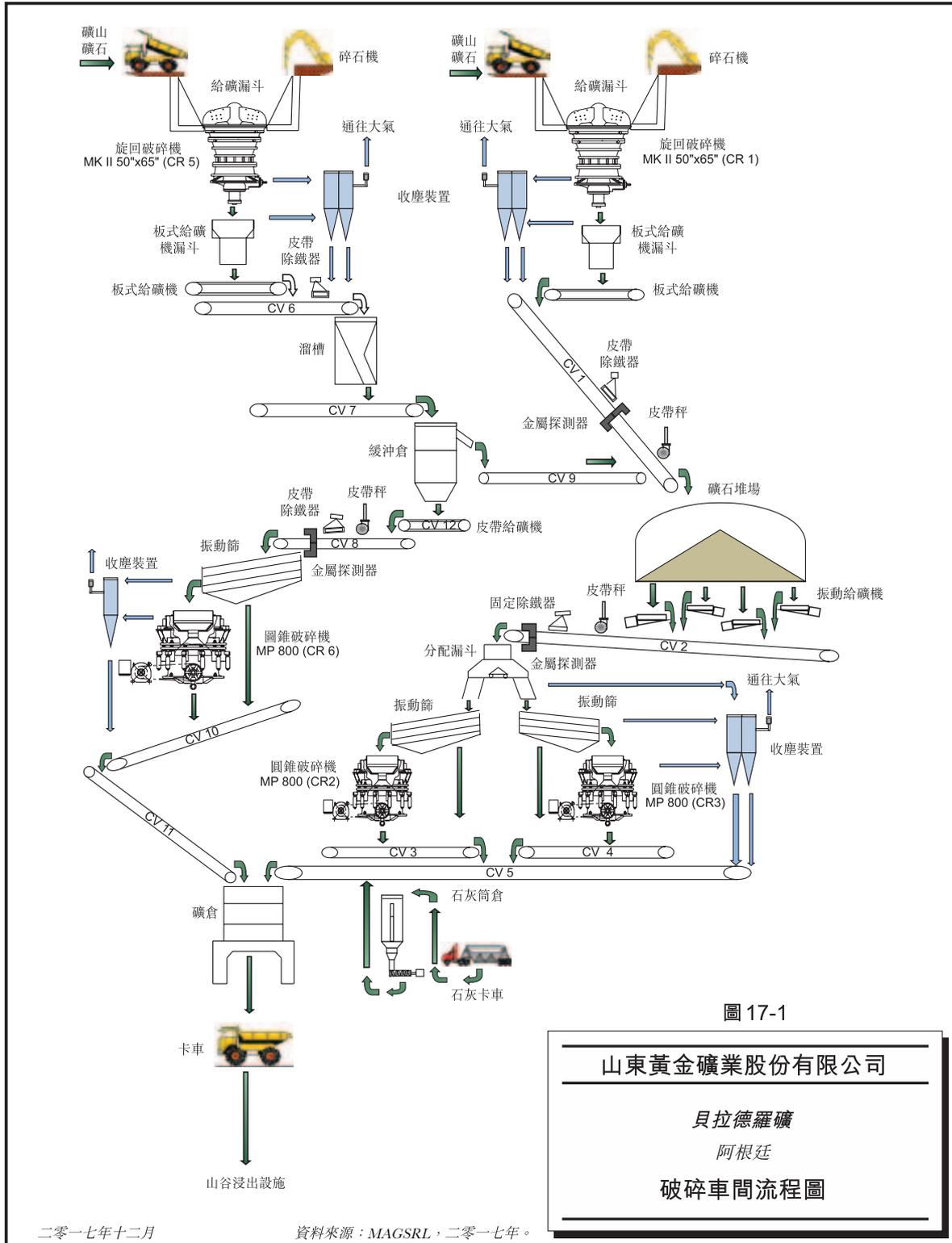


圖 17-2 MERRILL-CROWE 選礦廠流程圖

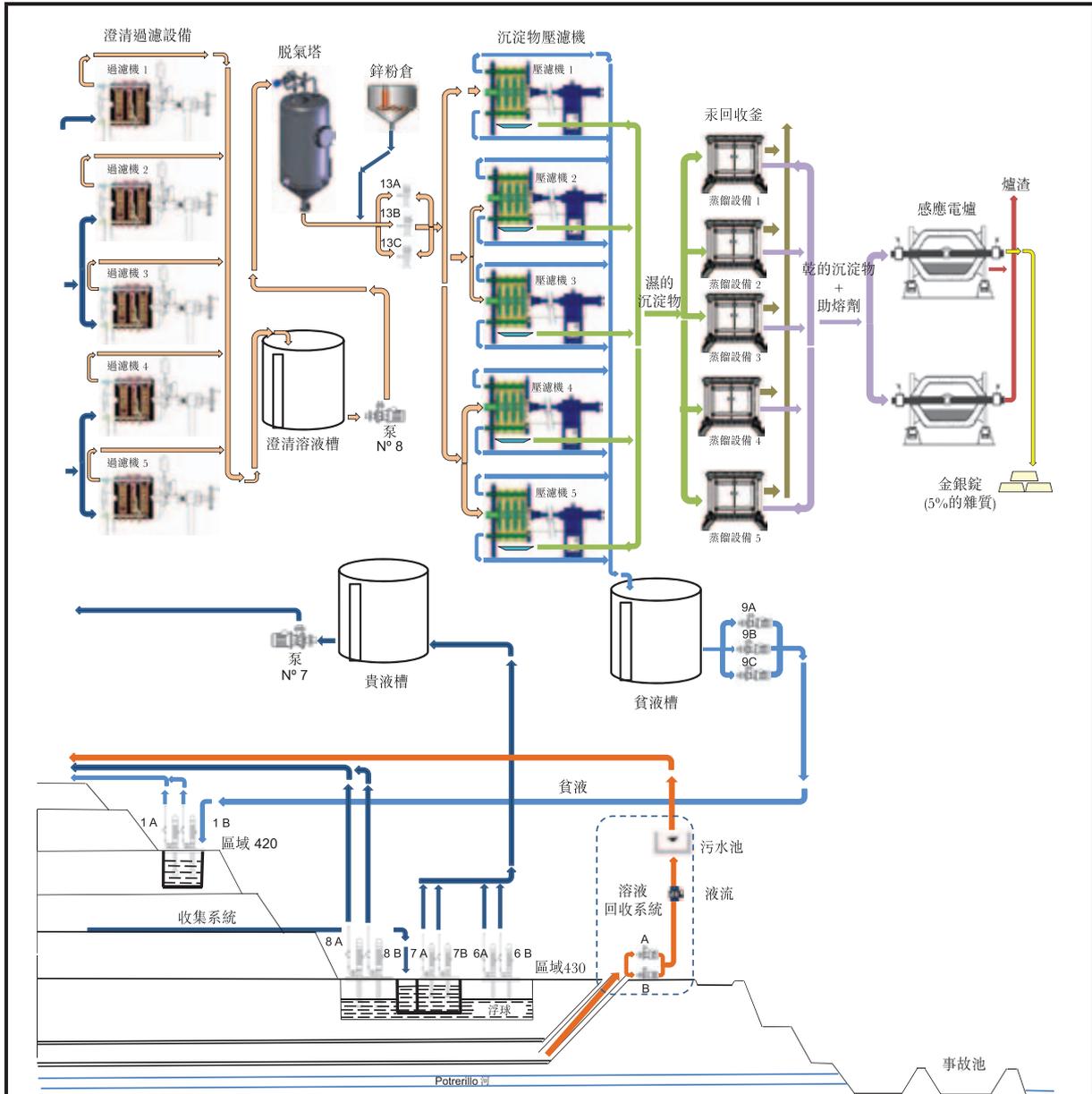


圖 17-2

山東黃金礦業股份有限公司  
貝拉德羅礦  
阿根廷  
Merrill-Crowe選礦廠流程圖

二零一七年十二月 資料來源：Barrick Veladero Operations，二零一四年。

## 18 項目基礎設施

貝拉德羅礦的基礎設施和服務設施，可以支持每日超過 85,000 噸礦石（經破碎及原礦未經破碎）處理量的山谷堆浸設施作業以及每日 28 萬噸的物料開採作業。由於位置偏遠，該礦區自給自足，有足夠的支持礦山業務所需的基礎設施。

### 通行道路

貝拉德羅礦區位於阿根廷聖胡安省省會聖胡安市西北約 280 公里處，聖胡安市也是最主要的人口和商業中心。通行道路為鋪裝公路，從聖胡安市通過公路向北約 205 公里，就可以到達圖得卡姆附近的礦山大門。從位於海拔 1,930 米的大門開始，沿著維護良好的全天候碎石路，穿過約海拔 4,850 米的康肯塔山口，經過約 155 公里，到達貝拉德羅礦區。總的路線距離約為 360 公里，在典型的駕駛條件下，輕型車輛約需要六小時到達。

從礦山主門到礦場的道路維修由承包商負責。

大多數耗材都用卡車沿著這條路線運輸進來。備選道路來自智利一側，但是，不用於貨物或人員定期運輸。

### 礦山現場設施

礦山和山谷堆浸設施位於海拔 3,800 米和 4,800 米之間礦場內。位於附近的還有破碎設施 Merrill-Crowe 黃金回收廠、現場設施（安全／安保／急救／急救響應大樓、化驗實驗室、食宿設施和辦公室）；相關礦山開採設施（卡車車間、卡車清洗設施、倉庫、燃料儲存和配送設施、試劑儲存和分配設施）及其他設施，用以支持相關的礦山作業。

### 住宿

貝拉德羅礦山營地設施位於貝拉德羅露天礦礦場辦事處的下坡處，東南約八公里處，海拔高度約 3,850 米。有永久住宿提供給所有貝拉德羅礦員工及訪客。承包商的住宿也在貝拉德羅附近提供。貝拉德羅營地的現場住宿足夠貝拉德羅礦的員工、承包商和顧問使用，共有約 3,000 張床位。

自二零一八年四月開始，施工人員和若干 MAGSRL 人員居住在距離貝拉德羅露天礦礦場辦事處東北面約 4 公里的 Amarillos 礦山營地設施中，海拔高度約 3,900 米。計劃在二零一八年十月前其餘 MAGSRL 人員遷移至 Amarillos 設施，以便完成貝拉德羅礦營地的翻修工程。Amarillos 設施之前是為鄰近的帕斯卡－拉瑪項目建造的。

## 供水

用於工業用途的供水(即選礦和降塵)獲自拉斯塔瓜斯河。

飲用水由兩眼水井提供。水處理採用反滲透方式。一個飲用水系統位於永久性住宿附近，另外一個位於承包商住宿附近。卡車車間不提供飲用水。

有足夠的供水滿足工業和飲用需求。

## 供電

貝拉德羅礦在供電方面是自給自足。目前現場主要使用柴油發電機發電。柴油發電機的總裝機容量為22兆瓦，足以應付現場最大需求。在現場考察的時候，一座太陽能電池板試驗設備正在運行，用於研究是否能夠安裝更大的太陽能設備，在礦山餘下的服務年限內提供服務。此外，還有一個2兆瓦的風力渦輪機安裝在現場，但是，由於機械問題，現場考察時已不再運轉。機械問題已解決，渦輪機自二零一八年二月起運作。

目前有足夠的電力供應以維持貝拉德羅礦業務。

## 廢料處置和排水

貝拉德羅礦擁有廣泛的廢料處置和回收計劃。不在現場處置固體廢物。所有待處置的材料，包括生活和工業垃圾、使用過的石油產品和危險廢物材料均送到一個中心區域，由承包商負責管理。這些材料分類之後，適當地進行包裝運輸到聖胡安，然後進行回收或送往適當的設施進行處置。

現場有四座原始污水處理廠，任何污水由其中一座負責處理。污水處理廠位於塞普爾圖拉和培娜斯奎圖的道路附近。從污水處理廠排放出來的污水均進行仔細監測，以確保排放到環境中的合規性。

## 通信

礦區現場的採礦區域內安裝有電話和經過許可的無線電中繼器通信網絡。在這些區域，通信方式一般為超高頻無線電或衛星電話。

## 現場人力資源

現場人力資源與開礦、選礦及相關維修並無直接關係，約有338名現場僱員，包括現場一般及行政人員、社區及社會代表、外籍人士以及不是特定用於採礦或選礦的操作員。約有2,500名承包商協助支持採礦及選礦業務及支持營地運行等現場活動。RPA認為，就運作而言，現場支持人力資源估計屬合理。

## 19 市場研究和合同

### 市場

金和銀是貝拉德羅礦的主要商品，可以按照眾所周知的價格自由買賣，所以對於任何產品的銷售前景基本上是有保證的。價格通常以每盎司美元報價。

貝拉德羅礦業務預計在餘下的七年礦山作業，平均每年將生產約592,000盎司的黃金和170萬盎司的白銀。按照儲量金屬價格情況，超過95%的礦山收入來自於黃金銷售。

### 合同

MAGSRL與Barrick、山東黃金礦業(香港)有限公司及山東黃金訂有金錠購買協議，據此，所有含有在貝拉德羅礦生產的黃金及白銀的未精煉金屬條均售予Barrick(代表其本身及作為山東黃金礦業(香港)有限公司的代理)。目前，MAGSRL並無就在貝拉德羅礦生產的黃金及白銀訂立任何遠期銷售或對沖合同。

## 20 環境研究、許可和社會或社區影響

### 環境研究

自二零零三年起，在環保機關批准下，已按照環境監測計劃開展了環境研究。這些研究評估了以下要素的狀況：水質、湖泊、植物、動物、生態過程、冰川質量平衡、考古、噪音、交通、振動以及固定源排放的氣體。

第六次環境影響評價更新已於二零一六年二月提交，但其評價仍在審核中。MAGSRL預期於二零一八年八月底接獲礦業部發出有關第六次環境影響評價更新的意見。鑒於第六次環境影響評價更新仍在審核中這一狀況，MAGSRL已申請而礦業部已批准延期提交第七次環境影響評價更新。與此同時，MAGSRL已編製環境影響評估的第七次更新，涵蓋二零一四年一月至二零一七年六月期間，並已於二零一八年二月九日提交。

## 許可

貝拉德羅礦持有大量環境許可，用於管理和監控：

- 車輛
- 通行路線兩側社區的車輛
- 對公路的振動
- 噪音
- 動物
- 植物
- 水
- 選礦廠排放的氣體
- 柴油發電機排放的氣體
- 考古遺址
- 水處理廠的污水
- 地表和地下水監測
- 氣象站

目前的採礦作業擁有由相關政府機構所頒發的所有適用許可和授權，並於貝拉德羅和聖胡安保存有完整記錄，由監管地區所長領導。

貝拉德羅礦的山谷堆浸設施運行須遵守一些監管約束，這些約束由該礦山二零一四年第四次更新EIA提出，詳情如表20-1所示。

表 20-1 監管運行參數  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

正常運行參數	參考值
破碎礦石	85,000 噸/天
原礦石	10,000 噸/天
LCRS (或 SRRF) 最大值	270 立方米/天
PSSA 最大海拔高程	海拔 3,927 米
最大堆積高度	150 米
階段高度	13 米
滴灌速率	20 升/平方米/小時
Merrill Crowe 選礦廠流量最大值	2,900 立方米/小時
堆浸出貴液循環值	2,700 立方米/小時
山谷堆浸設施最大容量	700 百萬噸

監管審批的二零一四年礦山環評更新報告以及相關的二零一六年監管決議，規定了山谷堆浸設施觸發限定數值。如果突破這些參數，將觸發山谷堆浸設施應急計劃(表 20-2)。在該應急情況，會在超過期間，限制新水補給及選礦溶液中添加的氰化物。

表 20-2 山谷堆浸設施觸發限定數值  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

觸發限定數值	參考值
LCRS (或 SRRF)	海拔 3,914.7 米
PSSA (或 AASR) 水位	海拔 3,927 米
最大 LCRS (或 SRRF) 泵送(乾)速度	270 立方米/天

二零一三年三月，發現貝拉德羅堆浸場收集系統內堆浸溶液出現過量積累。於是提高泵送能力，以減少堆浸液的積累量，並在堆浸場進行循環。這種情況報告給當地有關機構之後，有關機構進行了現場檢查並啟動了行政調查程序，最終導致 Barrick 在二零一四年三月支付了 1.2 百萬美元的罰款。二零一四年四月，繼 Barrick 和監管部門討論之後，省礦業部批准修訂許可證，允許堆浸場的作業與許可證的要求看齊，並遵守上述山谷堆浸設施觸發限定數值。

當融雪引起堆浸液存儲區的水位超出上文所述山谷堆浸設施觸發限定數值時，貝拉德羅礦的運行可能會受到進一步的影響。發生該事件時，礦區可能需要觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，在超過期間，對新水補給及氰化物添加進行約束。

二零一五年九月，貝拉德羅金礦堆浸場的一處管道閥門損壞，導致含氰化物選礦溶液在事故發生時處於開啟狀態的泄水渠閘門流入附近排水道。MAGSRL 將洩漏事故通知了監管部門。MAGSRL 和獨立的第三方機構在事故發生後開展了環境監測。MAGSRL 認為該監測結果表明事件沒有對該礦下游的社區居民的健康造成危害。二零一五年九月二十四日，該礦撤銷了禁止向選礦作業中加入新氰化物的臨時性限制，金礦運行恢復正常。根據法院命令，對礦區的監督和監測還將一直持續。二零一六年四月十四日，按照當地部門的要求，MAGSRL 因本次事故繳納了總額約為 10 百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款。事故發生後，按照礦業部的要求，MAGSRL 已對貝拉德羅金礦實施補救行動。

MAGSRL 的評估認為事件沒有對該礦下游的社區居民的健康造成危害是基於該領域的專家的見解，包括省級和國家機關、國家水研究所(INA)及聯合國項目事務廳(UNOPS)以及 MAGSRL 本身的評估。經過對包含在波特來里羅斯、Las Taguas、Palca、Blanco 及 Jáchal 河流採集的水樣本進行調查後，INA 得出結論認為在二零一五年十月若干日子所進行監察所採集及進行分析的樣本的氰化物並無超出所訂限制。UNOPS 於二零一五年十月在周圍的流域進行四次監測活動，並得出結論，在項目範圍以外的範圍，水質或所發現氰化物化合物水平並無重大變動或變化。UNOPS 注意到可能對項目範圍內若干範圍造成一些影響。

二零一五年十月九日，礦業部啟動了針對 MAGSRL 的行政處罰程序，認為其涉嫌違反了有關閥門損壞及排放帶有選礦溶液的氰化物的採礦規定。MAGSRL 於二零一五年十月就該等指控提交回覆，並於二零一六年一月提供額外資料。二零一六年三月十一日，礦業部宣佈打算就堆浸液洩漏事件，給予 MAGSRL 行政罰款處罰。MAGSRL 於二零一六年三月十五日正式接到了這一決定。二零一六年四月六日，MAGSRL 尋求對這一決定的某些方面進行覆議但沒有對行政罰款數額提出異議。二零一六年四月十四日，按照當地的規定，MAGSRL 支付了約 10 百萬美元的罰款(按照當時的適用的阿根廷比索／美元匯率)而覆議申請依然懸而未決。MAGSRL 已按照礦業部的要求，在貝拉德羅礦落實事故補救行動計劃。

二零一六年九月八日，冰塊從堆浸場斜井滾下損毀了承載選礦溶液的管道，引致一些材料離開堆浸場。此材料(主要為選礦溶液飽和破碎礦石)承載於礦山現場並回到堆浸場。MAGSRL 在該區進行了全面的水監察，確認事件並無導致任何環境影響。礦業部及省級法

院因該事件分別於二零一六年九月十五日及二零一六年九月二十二日頒令該礦暫停運營。二零一六年十月四日，於完成(其中包括)礦業部規定的若干緊急工作及礦場司法檢查後，聖胡安省級法院解除暫停運營的禁令，並頒令恢復採礦活動。

於二零一七年三月二十八日，該礦的監察系統偵測到堆浸場中承載含金選礦溶液的管道破裂。該溶液承載在運營地點內；概無溶液流至任何分流渠道或水道。所有受影響土壤被即時挖出及置於堆浸場。MAGSRL將該情況通知了監管部門，而聖胡安省主管部門於二零一七年三月二十九日視察了場地。二零一七年三月二十九日，礦業部就該事件對MAGSRL發出違反通知，並頒令對堆浸場添加新氰化物實施暫時限制，直至系統的糾正行動完成為止。礦業主管部門於二零一七年六月十五日視察糾正行動後解除禁令。於二零一八年一月二十三日，按照當地部門的要求，MAGSRL就二零一六年九月及二零一七年三月的事故繳納約5.6百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款，並向礦業部提出重新考慮的要求。於二零一八年三月二十八日，MAGSRL獲通知礦業部已駁回重新考慮的要求；進一步上訴將提呈聖胡安省州長作出裁決。

RPA認為，可合理假設情況已及時解決，因此不影響當前的礦產資源量及礦產儲量評價。

貝拉德羅礦的環境管理計劃(EMP)已經通過了ISO 14001標準認證，每年進行審核及須每三年更新一次，貝拉德羅礦最近一次更新是在二零一八年六月。根據該計劃，每隔6個月還需向礦業主管部門提交一次環境監測結果。

貝拉德羅礦通過《國際氰化物管理標準》的認證。上一次認證時間是二零一五年，預期於二零一八年重新認證。就二零一八年重新認證的審計已完成並獲批准，惟於本報告日期，尚未發出最終認證報告。

主管部門定期對貝拉德羅礦進行現場檢查。檢查後會發出書面意見及要求，MAGSRL必須對意見及要求進行回應。

RPA認為，目前並無直接影響礦產儲量或礦產資源量的環境問題。環境和監管要求由現場環境部門的專業人員和技術人員負責，並得到聖胡安辦事處法律部門的支持。

## 社會或社區要求

MAGSRL 正積極參與聖胡安省的社區活動。雖然礦山位置偏遠，直接涉及的人員也不屬礦山的員工，但是所參與的活動卻並不一般，諸如社區水質採樣之類的計劃就營造了信任的工作氛圍，從而有利於貝拉德羅礦的業務開展。

二零一三年十二月，聖胡安省通過了一部新的省級法例，對經過批准本地供應商進行註冊登記，由省礦業部管理。想被指定為「本地供應商」的公司必須在聖胡安省設立總部，居住在聖胡安省，還必須僱用 80% 的聖胡安省員工。新法例要求在省內進行勘探或開發活動的礦山企業，如 MAGSRL，將年度採購或合同的 75% 分配給這類本地供應商。此外，MAGSRL 還正在評估若干修訂建議，評估這部法例所可能面臨的司法或行政法挑戰，並注意到此法例現時並未生效，原因為並無足夠已登記本地供應商。

## 礦山關閉要求

關閉計劃的依據是 MAGSRL 製定的礦山服務年限計劃。修復計劃允許，在實際情況下，執行關閉和修復活動的同時，繼續採礦。這個平行執行的修復計劃將允許某些任務在礦山運營期間進行，以減少關閉成本並在礦山服務年限屆滿時完成這些任務，但是，最重要的關閉工作在採礦作業結束之後才開始。

關閉時，將盡可能地恢復土地原樣，在物理上使土壤穩定化並對受影響的區域重新分級，以獲得類似於周圍地區的地形。這些關閉工作還將包括受影響物料的化學穩定性以及山谷堆浸設施和礦山廢石路堤的物理穩定性。關閉和拆除地面上的構築物，包括工藝設施，也將作為關閉活動的一部分進行。

該計劃包括關閉和關閉後活動。關閉指一段時間，在此期間內通過有關活動，達到關閉設計的最終要求，這些活動包括山谷堆浸設施的化學穩定性、地表水通道的改進、礦山廢石路堤的物理穩定性、基礎設施選擇性拆除、重新對現場區域進行分級、建設進出道路控制設施和安全護堤。預計關閉活動將在開採活動結束後持續數年，並必須實現封閉後設計設定的目標和標準。

關閉後階段始於封閉階段施工和水源管理活動終止之後，並將在符合關閉設計的規範之後開始。在這一階段，有關活動將僅限於現場監測、現場檢查和其他一切活動，均必須按照既定水質標準進行，如堆浸場有任何大氣降水液體引起季節蒸發，就是不符合水質標

準的情況。目前很難估計關閉後活動將花費的時間，但預計關閉後活動將會持續10至15年。目前的計劃採用15年關閉後期限。

### 關閉計劃的目標

貝拉德羅礦關閉計劃的主要目標是：

- 滿足或超過阿根廷的法規以及對礦山最終關閉所做出的承諾。
- 達到或超過環境協議的要求，為最終關閉提供資金。
- 在關閉計劃實施期間保護貝拉德羅礦勞工的健康和安全，以及關閉後社區的健康和安全，減少風險和危險，預防風險和災害，防止因貝拉德羅礦開發而遭受更為嚴重的打擊。
- 建議對現場進行長期開發，以便其功能和價值與周邊地區相一致，確保關閉設計和實施符合有關土地利用的關閉後目標。至於規劃的目標，將會考慮該地區的功能和價值，包括視覺(景觀)、環境(水的數量和質量、棲息地和野生動物)和經濟方面(未來的開採潛力)。
- 保護環境和促進公眾的健康和安全，盡可能地恢復受影響的地表和河道，使他們能夠達到未來土地利用所要求的穩定性，並應與貝拉德羅礦開發之前的情況相適應。
- 盡量減少關閉後活動期間現場長期維護和積極維護的必要性。

### 同步修復

將在礦山服務年限進行的同步修復主要活動包括以下各項：

- 總體區域
- 道路修復
- 維加斯恢復

### 一般與道路修復

MAGSRL 已經承諾盡可能地同步開展修復活動。這一承諾需要在礦山服務年限，保持最低實際水平的地表蝕變岩，盡量減少礦山服務年限結束之後的修復活動。道路修復工作將會同步進行，因為沒有必要保留未來通往不同現場的道路。道路修復活動將礦山服務年限的中期展開。

### 維加斯恢復

MAGSRL 一直致力於研究維加斯的發展，以便提高並盡可能開發維加斯的其他區域。這一同步恢復計劃的製定得到了專家的幫助，通過現場實驗，研究維加斯恢復和搬遷的可能性。

### 修復成本

礦山關閉計劃每年進行審查和分析。根據目前貝拉德羅礦對環境的擾動情況，按照一定的折現率，截至二零一七年十二月三十一日，根據國際財務報告準則 (IFRS) 所列出的環境修復準備金 (PER) 約為 112 百萬美元。在無折現的情況下，按照目前和未來環境擾動情況計算得出的礦山服務年限礦山關閉費用合計約為 132 百萬美元。

## 21 投資和營運成本

### 投資成本

貝拉德羅礦的剩餘投資成本主要是維持性資本，包括堆浸場擴建和關閉成本。礦山預剝離成本在本報告中已視為營運成本，礦山現場勘探投資也已排除在外，因為這項投資將針對未來的礦產資源情況而追加。投資成本按照二零一七年底的美元價格計算，並在表 21-1 中給出。成本為截至二零一七年底的當期成本。

**表 21-1 總投資成本**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

類別	礦山服務 年限投資 (百萬美元)
維持性	94
山谷堆浸設施擴建	185
關閉	132
合計	<b>411</b>

註：

1. 礦山服務年限投資成本估算根據目前的二零一七年底礦山服務年限生產計劃計算。
2. 維持性成本用於與開採、加工或關閉成本沒有直接關係的現場基礎設施；礦山設備的維持性成本包括在餘下礦山服務年限的營運成本內，因為沒有任何新的重大採購計劃。
3. 礦山剝離成本包括在營運成本內。
4. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

RPA 已審閱二零一八年第一季度的資本開支，確認與二零一八年全年預算相比並考慮到第一季度是貝拉德羅夏季建設高峰期的一部分，該等資本開支合理。

### 營運成本

貝拉德羅礦自二零零五年開始生產。營運成本一直都有記錄，因此可以很好理解。礦山服務年限的營運成本估算採用預測通脹率增加。貝拉德羅礦的礦山服務年限預測單位營運成本概要如表 21-2 所示。

**表 21-2 礦山服務年限的單位營運成本**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

類別	單位	數值
採礦	美元／噸開採量	3.56
採礦	美元／噸處理量	7.11
選礦	美元／噸處理量	3.52
一般行政管理費	美元／噸處理量	2.96
<b>合計</b>	<b>美元／噸處理量</b>	<b>13.58</b>

註：

1. 礦山服務年限營運成本估算根據目前的二零一七年底礦山服務年限生產計劃計算。
2. 資本化的剝離成本包括在採礦成本中。

RPA 已審閱二零一八年第一季度的單位營運成本，確認與二零一八年全年預算相比，該等資本開支合理。

經營關閉成本，與開採量和處理量息息相關，其包括在開採和選礦單位成本中。截至二零一七年十二月三十一日，按照 IFRS，貝拉德羅礦根據現有環境擾動情況，經過折現之後所編製的數約為 112 百萬美元。根據現有的和未來的環境擾動情況，經過折現之後，估計礦山服務年限總關閉成本約 132 百萬美元，如表 21-1 所示。

表 21-3 呈列二零一四年至二零一七年過往全年實際營運成本，另加二零一八年第一季度成本概要。

表 21-3 過往單位營運成本  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

類別	單位	二零一四年	二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年 第一季度
開採	美元／噸開採量	4.41	3.20	3.33	3.93	2.87
開採	美元／噸處理量	10.12	9.39	7.39	8.80	7.32
選礦	美元／噸處理量	3.46	3.84	3.51	4.59	3.49
一般行政管理費用	美元／噸處理量	2.08	2.95	2.57	3.93	3.18
<b>合計</b>	<b>美元／噸處理量</b>	<b>15.66</b>	<b>16.18</b>	<b>13.47</b>	<b>17.32</b>	<b>13.99</b>
開採噸數	百萬噸	67.7	83.4	62.2	64.6	20.2
處理噸數	百萬噸	29.5	28.4	28.0	28.8	7.9
直接開採費用總額	百萬美元	462	459	378	500	111
銷售成本	百萬美元	10	6	0	16	5
現金成本	美元／盎司	566	552	582	597	576
資本化鑽探費用	百萬美元	1	1	2	1	0
維持性資本開支	百萬美元	82	95	48	142	21
已售金盎司	千盎司	724	629	532	660	152
全部維持成本	美元／盎司	815	946	769	987	1,008

附註：

- 1 銷售成本包括白銀費用。
- 2 現金成本根據 Barrick 財務報告呈列並剔除一般行政管理費用。二零一四年至二零一七年上半年反映 Barrick 於貝拉德羅的 100% 權益，而二零一七年下半年及二零一八年第一季度則反映 Barrick 於貝拉德羅的 50% 權益。
- 3 全部維持成本包括存貨調整。
- 4 二零一八年第一季度業績為初步業績並可能就最終年結日報告作出調整。
- 5 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

RPA 認為，表 21-2 所呈列的礦山服務年限預測營運成本為表 21-3 所呈列的過往實際營運成本的合理反映。RPA 注意到，就會計目的而言，過往實際採礦成本包括若干廢石資本化，而預測營運成本則假設所有廢石以營運成本處理。一旦採用報告慣例，礦山服務年限採礦成本預測表明較過往成本增幅較大，主要原因除通貨膨脹外，乃由於礦山服務年限生產計劃運輸距離增加所致。由於廢料剝採成本計入開採單位成本及直接開採費用總額，就表 21-3 而言，有關成本從維持性資本開支中剔除。

表 21-4 概述以每盎司生產成本為基準的歷史及預測現金成本。

表 21-4 每盎司現金成本概要  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

項目	單位	歷史生產：					預測：							
		二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年	二零一八年 第一季度	二零一八年	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	
勞動力僱用	美元/盎司	144	180	178	165	193	264	249	262	244	153	121		
消耗品	美元/盎司	283	277	284	274	244	294	253	250	247	133	76		
燃料、電力、水及 其他服務	美元/盎司	232	206	230	223	227	284	274	283	265	166	132		
礦場內及礦場外管理	美元/盎司	66	51	65	64	51	43	31	30	28	17	14		
環保及監管	美元/盎司	6	7	13	8	9	10	9	9	8	5	4		
員工運輸	美元/盎司	5	4	6	8	9	12	11	12	11	7	5		
產品營銷及支援	美元/盎司	5	5	5	4	6	7	8	6	7	5	4		
非利得稅、礦區土地 使用費及其他政府收費	美元/盎司	47	53	55	55	52	57	55	55	55	51	52		
應急費用撥備	美元/盎司	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
小計	美元/盎司	788	783	836	801	791	971	890	907	865	537	408		

項目	單位	歷史生產：					預測：							
		二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年 第一季度	二零一八年	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年		
其他	美元/盎司	-199	-151	-191	-197	-189	-269	-236	100	66	-5	10		
白銀費用	美元/盎司	-35	-50	-27	-19	-34	-57	-63	-41	-55	-42	-30		
現金成本	美元/盎司	552	582	619	585	568	644	589	966	877	489	388		

## 附註：

- 1 二零一八年第一季度成本為初步成本並可能就最終年結日報告作出調整。
- 2 預測礦山服務年限包含二零一八年第一季度。
- 3 其他包括存貨變動及資本化採成本。
- 4 現金成本按100%基準呈報。
- 5 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

表 21-5 列示二零一八年預測營運成本的詳情，其為礦山壽命營運成本估計之依據。

表 21-5 單位營運成本詳情  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

項目	單位	二零一八年預測
<b>開採成本中心明細：</b>		
開採人工	美元／噸開採量	0.85
鑽孔	美元／噸開採量	0.41
爆破	美元／噸開採量	0.32
裝載	美元／噸開採量	0.66
運輸	美元／噸開採量	0.75
礦山維持	美元／噸開採量	0.10
增量運輸－破碎礦石	美元／噸搬運量	0.24
增量運輸－原礦石	美元／噸搬運量	1.32
再處理－破碎礦石	美元／噸搬運量	1.84
<b>主要成本動因－礦山(計入開採成本中心)：</b>		
柴油	美元／噸開採量	0.66
輪胎、運輸卡車及裝卸機	美元／噸開採量	0.08
炸藥	美元／噸開採量	0.32
<b>選礦成本中心明細：</b>		
破碎及傳輸	美元／噸處理量	0.60
堆浸	美元／噸處理量	0.78
選礦	美元／噸處理量	0.52
管理費用	美元／噸處理量	0.35
水處理	美元／噸處理量	0.06
選礦維持	計入維持性資本	
堆浸填築	美元／噸處理量	0.96
<b>主要成本動因－選礦(計入選礦成本中心)：</b>		
氰化物	美元／噸處理量	0.08
石灰	美元／噸處理量	0.04
鋅	美元／噸處理量	0.03
電	美元／噸處理量	0.86
<b>一般行政管理費用成本中心明細：</b>		
礦場管理人員及僱員管理費用	美元／噸處理量	1.44
礦場財務及會計	美元／噸處理量	0.11
礦場衛生、安全及安保	美元／噸處理量	0.25
礦場人力資源及信息技術	美元／噸處理量	0.45
礦場供應鏈	美元／噸處理量	0.26
礦場服務	美元／噸處理量	0.27
礦場社會及環保	美元／噸處理量	0.36

RPA 注意到單位成本應用視乎物料類型而定，且總單位成本並非表 21-5 所列所有項目的總和。例如，原礦石產生開採成本而增量原礦石產生具體運輸費用。由於原礦石不予堆放，其不產生再處理費用。此外，原礦石產生選礦成本，然而沒有堆浸填築，因為這計入增量原礦石運輸。最後，原礦石不產生一般行政管理費用單位成本，因為只有破碎礦石才會產生。

礦山服務年限的預測營運成本於第 22 節表 22-1 內按年呈列，作為經濟分析的一部分。RPA 注意到，於礦山服務年限內預測單位營運成本相對穩定，其明細類似於表 21-5，而營運成本總額各年不同，視乎期間內開採及再處理的礦石噸數及廢物類型而定。

### 人力資源

貝拉德羅礦的總人力資源約 3,977 人。貝拉德羅礦場的直系員工為 1,477 人，2,500 人屬承包商和顧問。按照區域劃分的人力資源細目如表 21-6 所示。

**表 21-6 礦山現場人力資源**  
**Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦**

類別	人數
採礦	519
維護	467
選礦	153
IROC	34
一般	275
建築	29
<b>小計</b>	<b>1,477</b>
承包商	2,500
<b>礦山現場合計</b>	<b>3,977</b>

註：

1. 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。
2. 承包商包括現場及礦區外人員，並為夏季旺季與冬季淡季的年度平均數。

目前現場的主要合同為山谷堆浸設施擴建工程、營地設施運行、設備維護和協助以及現場安保和物流服務。

礦區外人力資源，主要位於聖胡安辦事處，負責維護道路，額外有約 130 人。在聖胡安，貝拉德羅礦的直系員工大約有 95 人。

## 22 經濟分析

目前的礦山服務年限生產計劃、投資及營運成本估算根據二零一七年底礦產資源量估算得出，其概要於表 22-1。關鍵標準的概要載列如下。

### 經濟標準

#### 物性

- 根據礦產儲量，礦山壽命約為七年(至二零二四年)。
- 高峰採礦年採礦約 79 百萬噸(二零一八年)。
- 每年約 31 百萬噸礦石放置於山谷堆浸設施。
- 礦山服務年限平均剝採比為 1.1:1.0 (廢棄物：礦石)。
- 礦山服務年限的過程恢復平均約 75% (黃金)及 11% (銀)。
- 礦山營運每年生產平均約 592,000 盎司黃金。

#### 收益

- 金屬價格：黃金每盎司 1,200 美元及銀每盎司 16.50 美元。
- 美元兌阿根廷比索比率為 1.0:20.0。
- 逾 95% 的毛收益來自黃金銷售。

#### 成本

- 礦山壽命的平均直接營運成本為每選礦噸 13.58 美元。
  - 採礦 每選礦噸 3.56 美元。
  - 選礦 每選礦噸 7.11 美元。
  - 選礦 每選礦噸 3.52 美元。
  - 一般行政管理費用 每選礦噸 2.96 美元。
- 礦山壽命維持資本總計 279 百萬美元。
- 關閉成本合共 132 百萬美元(無折現)。

世界黃金協會全部維持成本約為每盎司黃金 810 美元。

表 22-1 生產及營運測概要

## Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅金礦

日期：		二零一八年	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	二零二五年	
	單位	總計	年度1	年度2	年度3	年度4	年度5	年度6	年度7	年度8
<b>採礦</b>										
<b>露天礦開採 – 概要</b>										
總礦石	百萬噸	207	30	27	29	30	30	31	30	0
金品位	克/噸	0.78	0.84	0.69	0.70	0.63	0.69	0.89	0.98	0.00
銀品位	克/噸	14.8	19.9	15.2	18.6	10.0	13.4	14.8	11.9	0.0
廢石開採量	百萬噸	220	49	50	46	34	30	7	3	0
開採量合計	百萬噸	427	79	77	75	63	60	39	34	0
剝採比	(廢石：礦石)	1.1	1.7	1.8	1.6	1.1	1.0	0.2	0.1	0.0
<b>選礦</b>										
<b>堆浸</b>										
總堆放礦石	百萬噸	214	29	29	30	31	30	32	33	0
含金量	千盎司	5,295	803	646	668	617	667	914	980	0
含銀量	千盎司	100,990	18,897	14,091	17,495	9,695	12,909	15,227	12,676	0
<b>淨回收</b>										
金	%	75%	70%	73%	77%	77%	72%	77%	78%	0%
銀	%	11%	11%	12%	11%	11%	11%	11%	10%	0%
<b>總回收</b>										
金	千盎司	3,977	565	472	511	474	482	707	765	0
銀	千盎司	11,257	2,109	1,639	1,988	1,092	1,470	1,637	1,322	0
<b>存貨使用</b>										
金	千盎司	336	45	17	16	16	15	17	41	171
銀	千盎司	1,360	-705	139	144	203	258	289	235	797
<b>總生產</b>										
金	千盎司	4,313	611	489	527	489	497	724	806	171
銀	千盎司	12,616	1,404	1,778	2,131	1,295	1,728	1,926	1,557	191
<b>收益</b>										
<b>金屬價格</b>										
	輸入單位									
金	美元/盎司金	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200	\$1,200
銀	美元/盎司銀	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50	\$16.50
總毛收益	百萬美元	\$5,176	\$733	\$587	\$632	\$587	\$596	\$869	\$967	\$205
總費用	百萬美元	\$(173)	\$(19)	\$(25)	\$(30)	\$(18)	\$(24)	\$(26)	\$(20)	\$(11)
冶煉廠淨回報	百萬美元	\$5,349	\$752	\$611	\$662	\$605	\$620	\$895	\$987	\$216
礦區使用費	百萬美元	\$202	\$28	\$23	\$25	\$23	\$23	\$34	\$37	\$8
淨收益	百萬美元	\$5,147	\$723	\$588	\$637	\$582	\$597	\$861	\$950	\$208

日期：			二零一八年	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	二零二五年
	單位	總計	年度1	年度2	年度3	年度4	年度5	年度6	年度7	年度8
<b>營運成本</b>										
採礦	百萬美元	\$1,523	\$275	\$270	\$265	\$226	\$212	\$145	\$131	\$-
選礦	百萬美元	\$754	\$104	\$105	\$107	\$109	\$107	\$111	\$112	\$-
一般行政管理費	百萬美元	\$634	\$103	\$101	\$97	\$96	\$87	\$78	\$71	\$1
總營運成本	百萬美元	\$2,912	\$481	\$476	\$469	\$430	\$405	\$335	\$314	\$1
每噸處理量	美元/噸									
	處理量	\$13.58	\$16.35	\$16.45	\$15.57	\$13.92	\$13.55	\$10.33	\$9.63	\$-
經營現金流量	千美元	\$2,236	\$242	\$112	\$168	\$151	\$192	\$526	\$636	\$208
<b>投資成本</b>										
維持	百萬美元	\$279	\$59	\$92	\$36	\$27	\$34	\$32	\$-	\$-
修復及關閉	百萬美元	\$132	\$-	\$-	\$-	\$0	\$1	\$0	\$41	\$89
總投資成本	百萬美元	\$411	\$59	\$92	\$36	\$27	\$35	\$33	\$41	\$89
<b>每報告盎司成本</b>										
直接營運成本	美元/盎司	\$682	\$804	\$970	\$881	\$890	\$815	\$473	\$411	\$(15)
全部維持成本	美元/盎司	\$810	\$972	\$1,199	\$977	\$977	\$909	\$530	\$432	-

**附註：**

- 1 二零二五年至二零四零年的修復及關閉成本於二零二五年按非折讓基準累計。二零二五年的非折讓關閉成本約為 25 百萬美元，而二零二六年至二零四零年的非折讓關閉成本則約為 64 百萬美元。
- 2 直接營運成本估算為所生產黃金的函數（即包括存貨使用）。
- 3 直接營運成本包括總費用、專利費及總營運成本。
- 4 總費用包括白銀費用。
- 5 全部維持成本估算為可收回黃金函數（即不包括存貨使用）。
- 6 因數字四捨五入，數據加總可能不等於合計。

RPA 已審閱貝拉德羅礦二零一八年第一季度的實際運營數據，注意到與二零一八年度預算相比，其整體業績合理。

在當前的生產及營運預測中，人工成本佔單位營運成本總額約 25%，或加工成本總額 13.58 美元/噸中的約 3.50 美元/噸。在過去幾年，阿根廷的人工成本因國家通貨膨脹而大幅上漲，然而，轉換為美元後，增加速率較少。RPA 注意到，倘人工成本增加 20%，整體營運成本增加將約為 5%。

電力成本與柴油價格有關；消耗柴油主要是用於礦山車輛作業及發電。在當前的生產及營運預測中，電力佔單位營運成本總額約 15%，或加工成本總額 13.58 美元/噸中的約 2.20 美元/噸。在過去三年，貝拉德羅礦所用的柴油價格平均約為 0.81 美元/升，而現時價格為 0.72 美元/升。這相比現時的柴油價格高 14%。RPA 注意到，倘現時柴油價格增加 20%，整體營運成本增加將約為 3%。

RPA 認為，上文示例的人工及電力成本增加就個別基準而言不會對營運成本總額產生重大影響，亦不會令礦產儲量估算的風險增加。鑒於此，RPA 認為單位營運成本或消耗品的個別增加不會帶來重大風險。

## 23 相鄰礦區

Barrick 的帕斯卡－拉瑪金銀項目位於貝拉德羅礦西北不到 10 公里處。帕斯卡－拉瑪項目橫跨阿根廷和智利兩國之間的邊界，因許多原因，其發展漫長且比較複雜，包括需要雙邊國家支持。Barrick 已經暫停建設這個橫跨智利和阿根廷的項目，但不包括環境和監管合規要求的活動。決定重新啟動該項目的開發與否，將取決於經濟改善情況以及法律和許可事項方面的更多確定因素。Barrick 目前正在評估各種方案以優化與重新設計該項目。帕斯卡－拉瑪的主要通道也就是貝拉德羅礦使用的全天候道路。

## 24 其他相關數據和信息

無需額外的信息或解釋，就能理解本技術報告，且不會產生誤導。

## 25 解釋和結論

通過現場考察以及隨後的審查工作，RPA 得出以下結論：

### 礦產資源量評價

- 截至二零一八年三月三十一日，探明和控制礦產資源量合計約為 361 百萬噸(包含礦產儲量)，金平均品位為 0.68 克／噸，銀平均品位為 12.8 克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為 7.9 百萬盎司和 149 百萬盎司。
- 截至二零一八年三月三十一日，推斷礦產資源量約為 66 百萬噸，金平均品位為 0.43 克／噸，銀平均品位為 11.0 克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為 0.9 百萬盎司和 23 百萬盎司。
- 剩餘所有資源量和儲量均發現於貝拉德羅礦區 Filo Federico 礦化帶和 Cuatro Esquinas 礦化帶(Cuatro Esquinas)內，這兩個礦化帶也都位於 Filo Federico 礦坑內。
- Filo Federico 礦坑第一類礦化及第二類低品位破碎礦化的資源評價金邊界品位約為 0.14 克／噸及 0.26 克／噸。資源邊界品位乃根據標準行業慣例進行估計。
- 礦產資源評價採用廣泛接受的估算方法編製。探明、控制和推斷資源量的定義符合加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
- 目前的鑽孔數據庫能夠為礦產資源量和礦產儲量評價所用的資源模型提供合理支持。
- 採集地質、岩土工程、化驗、密度和其他數據信息所用的方法和流程合理，基本符合廣為接受的行業標準。絕大多數普通任務均完好記錄了標準操作流程，並定

期更新。該礦對爆破孔數據、之前的模型結果和生產調整結果定期開展對比，以校正和改進資源建模流程。

- 勘探開發採樣分析計劃採用標準操作方法，基本能夠提供合理結果將由此得出的數據有效應用於礦產資源量和礦產儲量評價。
- 總體而言，RPA 認為 MAGSRL 的工作是高質量的，超出了行業平均水平。

### 採礦和礦產儲量

- 截至二零一八年三月三十一日，證實和可能儲量合計約為 222 百萬噸，金平均品位為 0.76 克／噸，銀平均品位為 13.2 克／噸，所含金和銀的金屬量分別約為 5.4 百萬盎司和 94 百萬盎司。露天礦內約 93% 儲量為第一類礦石，其餘為第二類礦石。
- 第一類金礦石及第二類金礦石的礦產儲量評價金邊界品位大約為 0.18 克／噸及 0.32 克／噸。儲量邊界品位乃根據標準行業慣例進行估計。
- 礦產資儲量採用業界廣泛接受的估算方法計算獲得，證實和可能儲量採用加拿大採礦、冶金和石油學會(二零一四年)定義。
- 回收率和成本數據依據實際運營數據和工程估算數據。
- 對貝拉德羅金礦的礦山服務年限計劃開展了經濟分析，得出了正現金流的結果，RPA 認為這一分析符合發佈礦產儲量報告的要求。除了礦山服務年限計劃內的礦產儲量外，該金礦還擁有一定的礦產資源量，代表該礦在未來仍有發展空間。
- MAGSRL 已經確定 Filo Federico 礦坑的某些最終礦坑邊坡可以採用變陡計劃。最多 120 米最終礦坑邊坡已於 5 及 6 工程階段按較陡峭的坡角度開始。Golder 已審閱岩土模型，並作出支持所建議的較陡峭的坡角度屬充分可靠的評論，並就邊坡坡角度變陡的實施及運營慣例與 MAGSRL 合作。
- 變形裂縫於關閉後在西部廢石處理設施出現，Golder 確認為潛在穩定風險。進一步變動可能侵蝕山谷堆浸設施的北翼部分。RPA 注意到此情況並不影響山谷堆浸設施的現有產能或其向西部擴充的計劃。此外，MAGSRL 正與 Golder 討論有關進行西部廢石處理設施的穩定性評估。

- RPA 注意到，有機會在只對經濟參數作較小整體改進的情況下延長 Filo Federico 礦坑的壽命。該礦坑存在額外經營四年的潛能。

### 選礦

- 選礦處理設施看起來運行很好。山谷堆浸設施的運行受到二零一四年第四次礦山環境影響評估所製定的某些監管參數的約束。監管審批的二零一四年礦山環評更新報告以及相關的二零一六年監管決議，規定了山谷堆浸設施觸發限定數值。如果突破這些參數，將觸發山谷堆浸設施應急計劃和有關限制措施，即在超過期間，對新水補給及氰化物添加進行約束。
- 該礦已獲得了所有必要的物料許可證，以便運營山谷堆浸設施，直到 5B 工程階段。貝拉德羅礦 EIA 的第五次更新於二零一六年十二月獲批。MAGSRL 提交的第五次更新包含要求批准 6 至 9 工程階段山谷堆浸設施的擴充。6 至 9 工程階段的環保批准於二零一七年五月十九日經礦業部確認，然而，該等階段的建設須經額外許可，目前正在取得。在等待最終工程許可的同時，已取得早期土建工程活動的授權。
- 第六次環境影響評價更新已於二零一六年二月提交，但其評價仍在審核中。MAGSRL 預期於二零一八年八月底接獲礦業部發出有關第六次環境影響評價更新的意見。鑒於第六次環境影響評價更新仍在審核中這一狀況，MAGSRL 已申請而礦業部已批准延期提交第七次環境影響評價更新。與此同時，MAGSRL 已編製環境影響評估的第七次更新，涵蓋二零一四年一月至二零一七年六月期間，並已於二零一八年二月九日提交。
- 由於存在機械問題，高架膠帶輸送機自二零一五年二月起已經停運。目前並無計劃重新起用膠帶輸送機。礦山卡車用作將破碎礦石由一級破碎機直接運送至山谷堆浸設施。於二零一六年，由於因膠帶輸送機停運產生的額外礦石運輸需求，採礦車隊添置了四輛新卡車以維持生產水平。
- 在二零一七年十二月三十一日礦產資源評價之後，作為礦山開採期間持續改進工作的一部分，MAGSRL 對於二零二四年開採活動完成之後繼續額外進行堆浸四年（過渡期）的方案進行了評估。在二零二四年至二零二八年的過渡期內，估計可以回收約 0.5 百萬盎司的黃金和 1.2 百萬盎司的白銀，並不包括在礦產資源評價內。

## 環境因素

- 貝拉德羅礦的環境管理計劃通過ISO 14001 標準認證。
- 貝拉德羅礦通過《國際氰化物管理標準》的認證。
- 礦山關閉計劃每年進行審查和分析。根據目前貝拉德羅礦對環境的擾動情況，按照一定的折現率，截至二零一七年十二月三十一日，根據IFRS所列出的PER約為112百萬美元。在無折現的情況下，按照目前和未來環境擾動情況計算得出的礦山服務年限礦山關閉費用合計約為132百萬美元。
- 二零一五年九月，貝拉德羅金礦堆浸場的一處管道閘門損壞，導致含氰化物選礦溶液在事故發生時處於開啟狀態的泄水渠閘門流入附近排水道。MAGSRL將洩漏事故通知了監管部門。MAGSRL和獨立的第三方機構在事故發生後開展了環境監測。MAGSRL認為該監測結果表明事件沒有對該礦下游的社區居民的健康造成危害。二零一五年九月二十四日，該礦撤銷了禁止向選礦作業中加入新氰化物的臨時性限制，金礦運行恢復正常。根據法院命令，對礦區的監督和監測還將一直持續。二零一六年四月十四日，按照當地部門的要求，MAGSRL因本次事故繳納了總額約為10百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款。事故發生後，按照礦業部的要求，MAGSRL已對貝拉德羅金礦實施補救行動。
- 二零一六年九月八日，冰塊從堆浸場斜井滾下損毀了承載選礦溶液的管道，引致一些材料離開堆浸場。此材料(主要為選礦溶液飽和破碎礦石)承載於礦山現場並回到堆浸場。MAGSRL在該區進行了全面的水監察，確認事件並無導致任何環境影響。礦業部及省級法院因該事件分別於二零一六年九月十五日及二零一六年九月二十二日頒令該礦暫停運營。二零一六年十月四日，於完成(其中包括)礦業部規定的若干緊急工作及礦場司法檢查後，聖胡安省級法院解除暫停運營的禁令，並頒令恢復採礦活動。
- 於二零一七年三月二十八日，該礦的監察系統偵測到堆浸場中承載含金選礦溶液的管道破裂。該溶液承載在運營地點內；概無溶液流至任何分流渠道或水道。所有受影響土壤被即時挖出及置於堆浸場。MAGSRL將該情況通知了監管部門，而聖胡安省主管部門於二零一七年三月二十九日視察了場地。二零一七年三月二十九日，礦業部就該事件對MAGSRL發出違反通知，並頒令對堆浸場添加新氰化物實施暫時限制，直至系統的糾正行動完成為止。礦業主管部門於二零一七年

六月十五日視察糾正行動後解除禁令。於二零一八年一月二十三日，按照當地部門的要求，MAGSRL就二零一六年九月及二零一七年三月的事務繳納約5.6百萬美元(按照當時的阿根廷比索對美元匯率計算)的行政罰款，並向礦業部提出重新考慮的要求。於二零一八年三月二十八日，MAGSRL獲通知礦業部已駁回重新考慮的要求；進一步上訴將提呈聖胡安省州長作出裁決。

- RPA認為，可合理假設情況已及時解決，因此不影響當前的礦產資源量及礦產儲量評價。

## 風險

RPA已根據聯交所上市規則第1.06條項下頒佈的指引附註7對項目風險進行分析。表25-1載有項目風險概要及RPA對風險程度及後果的評估，以及持續進行的／必需的緩解措施。RPA注意到，風險程度指我們對已確定風險可能如何影響項目目標的實現的主觀評估。

十年來，貝拉德羅礦一直處於生產狀態，是一座成熟的在生產礦山。

RPA認為，基於合理預期，該金礦不會出現影響勘探信息、礦產資源量和礦產儲量評價可靠性或可信度的重大風險和不確定因素。

RPA認為，礦坑邊坡變陡計劃指預期經濟效益的風險屬低至中(礦產儲量仍屬合理及經濟)。過去運營顯示，先前採用的邊坡坡角度可以較少的牆壁控制力度達致。過去邊坡角角度與目前設計之間的LOM廢石噸位差異約為46百萬噸。

RPA認為，目前並無直接影響礦產儲量或礦產資源量的環境問題。環境和監管要求由現場環境部門的專業人員和技術人員負責，而專業人員和技術人員透過進行更詳盡技術研究及風險評估來管理風險，並得到聖胡安辦事處法律部門的支持。

表 25-1 項目風險評估  
Minera Argentina Gold SRL – 貝拉德羅礦

問題	發生可能性	後果評級	風險評級	緩解措施
地質與礦產資源量	不大可能	小	低	經生產調整結果定期更新的資源模型。
採礦與礦產儲量 – 礦坑邊坡	可能	小	低至中	獨立設計工程師的持續營運審閱。
採礦和礦產儲量 – 西部廢石處理設施	不大可能	小至中	低	持續監控，並在合資格地質工程師的協助下制訂穩定性緩解計劃
選礦	不大可能	小	低	持續監控與預期表現及過往業績相關的選礦表現。
環境	不大可能	小	低	就許可額外山谷堆浸設施階段持續與當局合作。
投資和營運成本	不大可能	小	低	持續追蹤實際成本及預期成本，包括通脹及外匯的考慮因素。

根據 MAGSRL 提供的資料，RPA 並不知悉聯交所上市規則第 18.05(6) 條概述的項目產生的任何風險，而該等風險與山東黃金的業務經營相關且影響重大。下列各分節載列各項目的詳細資料。

#### 環境、社會、健康及安全所產生的項目風險

採礦項目可能受多種風險及問題的影響，包括環境、社會以及健康與安全風險。採礦項目亦受阿根廷政府頒佈的多項法律、規則及法規的規限。

環境風險可能因員工疏忽產生，例如作業時對爆炸性或其他危險物品處理不當，或洪澇、地震、火災等不可抗力因素及其他自然災害。任何環境危害的發生可能延遲生產、增加生產成本、造成人身傷害或財產損害、導致責任並損毀聲譽。根據MAGSRL的資料，MAGSRL已經實施若干措施(包括根據ISO 14001標準認證的貝拉德羅環境管理計劃)，以處理運營造成的環境問題並降低運營對環境的影響。根據阿根廷法律顧問的意見，於往績記錄期及直至最後實際可行日期，除本招股章程所披露者外，貝拉德羅礦在所有重大方面遵守適用的阿根廷環境法律及法規。

MAGSRL須受職業健康及安全方面的阿根廷法律及法規規限。MAGSRL設有安全及健康管理制度，確保其遵守相關法律及法規並確保其運營的安全。根據阿根廷法律顧問的意見，MAGSRL遵守職業健康及安全方面的適用法律及法規，往績記錄期並無重大或重複發生的健康或安全事故。

採礦項目可能面臨當地社區或反對該等項目的實際或已知環境影響的其他利益相關方提出的訴訟。該等訴訟可能延遲或終止採礦項目或造成與採礦項目相關的負面宣傳。RPA並不知悉當地社區的任何重大環境關注，RPA相信MAGSRL已經與當地社區建立良好的工作關係。

#### **任何非政府組織對礦產及／或其他勘探項目的可持續性的影響**

截至本報告日期，RPA並不知悉任何非政府組織對貝拉德羅礦的採礦及／或勘探活動的重大可持續性的影響。

#### **遵守所在國法律、法規及許可證以及就稅務及特許權使用費向所在國政府作出的付款以及按個別國家基準作出的其他重大付款**

根據阿根廷法律顧問的意見，於往績記錄期及截至最後實際可行日期，MAGSRL已在所有重大方面就其運營遵守相關稅務法律及法規。

#### **對補救及復墾行動的充足融資計劃、以可持續方式關閉及搬遷設施以及其項目或礦權的環境責任**

採礦項目須受阿根廷政府就環境事宜(例如廢物處理及環境復墾)實施的廣泛法律、規則及法規的規限。尤其是，礦業公司須就礦山地質環境的保護、控制及恢復制定計劃。MAGSRL已經編製復墾計劃(詳見本報告第20節)。

*應對所在國法律及常規的過往經驗(包括處理國家及地方常規之間的差異)*

截至本報告日期，RPA 並不知悉 MAGSRL 在遵守阿根廷法律及常規或處理阿根廷國家及地方常規之間差異方面遇到任何重大障礙。

*應對地方政府及社區對其礦山礦場、勘探礦權及相關管理安排的關注的過往經驗*

RPA 相信，MAGSRL 已經在其自身與地方政府及社區之間建立信任。MAGSRL 有若干人員應付地方政府及社區，以確保對 MAGSRL 與其他方可能產生的任何意外問題作出有效及時的反應。

*對正在進行勘探或採礦活動的土地可能存在的任何申索，包括任何過去或當地申索：*

MAGSRL 須就貝拉德羅礦的採礦業務取得各種牌照、許可證及證書。據阿根廷法律顧問表示，除處於一般重續過程的若干牌照及許可證外，截至最後實際可行日期，MAGSRL 已經就貝拉德羅礦的運營取得阿根廷法律及法規規定的所有主要牌照、許可證及證書。

根據阿根廷法律顧問的意見，MAGSRL 已經在所有重大方面遵守阿根廷相關法律及法規。

## 26 建議

RPA 提出了以下建議：

### 地質與礦產資源

- RPA 贊同 MAGSRL 計劃繼續改良多項調整追蹤及報告系統。
- RPA 贊成實施新爆破孔取樣程序。

### 採礦與礦產儲量

- RPA 贊同 MAGSRL 的矽石蝕變礦坑邊坡變陡，並建議國際知名獨立岩土工程師 Golder 繼續參與竣工進度的持續營運審閱。

- RPA 建議在合資格地質工程師的協助下制訂西部廢石處理設施的穩定性緩解計劃。

#### 選礦

- 繼續按照山谷堆浸設施觸發限定數值，監測該設施的運行狀態。

#### 許可

- 持續許可及時建設山谷堆浸設施第6階段及山谷堆浸設施的所有隨後階段。

## 27 參考文獻

Analytical Solutions Ltd.，二零零五年，阿根廷貝拉德羅礦試驗室審核，巴克理黃金內部報告，由 Lynda Bloom 編製，發佈日期二零零五年六月，44 頁。

Analytical Solutions Ltd.，二零零六年，貝拉德羅礦試驗室操作，巴理克黃金內部報告，由 Lynda Bloom 編製，發佈日期二零零六年十二月，27 頁。巴理克黃金，二零零四年，資源量及儲量二零零四年末更新，貝拉德羅礦，二零零四年十二月三十一日，76 頁。

巴理克黃金，二零零五年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦區技術報告，此份 NI 43-101 報告編製人為 Marion, R. 和 Davidson, A.，二零零五年三月三十日。

巴理克黃金，二零一七年，管理層討論與分析，第三季度季度報告，二零一七年十月二十六日，40 頁。

Berbe, L., 二零一一年，Validacion Reportes de Laboratorio Anteriores el Ano 2005，Barrick 內部備忘錄，發佈日期二零一一年十一月四日，2 頁。

Charchaflié, D., Tosdal, R.M.，和 Mortensen, J.K.，二零零七年，阿根廷 Frontal 山脈貝拉德羅高硫化淺成熱液礦床地區地質結構，《經濟地質學》，第 102 卷，第 171-192 頁，二零零七年三月至四月。

加拿大採礦、冶金和石油學會，二零一四年，加拿大採礦、冶金和石油學會礦產資源和礦產儲量定義標準，由加拿大採礦、冶金和石油學會負責儲量定義的常務委員會編寫，於二零一四年五月十日由加拿大採礦、冶金和石油學會理事會採納，9 頁。

Ferrero, S.，二零一五年，Memo Validación del diseño geomecanico rajo Federico, SRK Consulting Argentina S.A. 向 Minera Argentina Gold S.A. 提交的備忘錄，文件編號 51-3045-01-001-0，二零一五年一月二十日。

Golder Associates Inc.，二零一七年，邊坡審核報告，貝拉德羅礦，二零一七年十二月，98 頁。

Golder Associates Inc.，二零一七年，邊坡審核報告，貝拉德羅礦，二零一七年三月，92 頁。

Golder Associates Inc.，二零一一年，貝拉德羅礦邊坡審核報告，貝拉德羅礦，編製人 Major, G.，二零一一年十月七日，33 頁。

Golder Associates Inc.，二零零七年，阿根廷貝拉德羅項目礦坑邊坡表現審核報告，二零零七年一月。

Golder Associates Inc.，二零零三年，《執行摘要》，報告日期二零零三年八月，13 頁。

Golder Associates Inc.，二零零二年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦區報告。預可行性研究礦坑邊坡設計修改報告。發佈日期二零零二年九月，174 頁。

Harwardt, A.，二零零六年，Chequeo Cruzado del 5% de los Rechazos Totales en Dos Laboratorios, Laboratorio Alex Stewart y el Laboratorio de MAGSA en Mina Veladero。Complemento al Informe Tecnico del Programa sde Aseguramiento del Control de Calidad del Primer Semestre dem Ano 2006。Barrick 內部報告，發佈日期二零零六年十一月。

Resource Evaluation Inc.，二零零三年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅項目礦產資源審計報告，由 Mike Lechner 編製，發佈日期二零零五年四月十五日，52 頁。

Resource Modeling Inc.，二零零七年，資源模型審核報告，編製人 Mike Lechner，發佈日期二零零七年五月十六日，53 頁。

Romeu, G.，二零一七年，二零一七年底邊界品位報告，貝拉德羅礦，巴理克黃金，二零一七年十二月，23 頁。

RPA，二零一二年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦技術報告，巴理克黃金 NI 43-101 技術報告，發佈日期二零一二年三月十六日。

RPA，二零一四年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦技術報告，巴理克黃金 NI 43-101 技術報告，發佈日期二零一四年三月二十七日，149 頁。

Sanfurgo, B. 及 Juarez, S.，二零一七年，Reporte Estimacion de Recursos MY2017 Veladero Mine，Barrick 內部報告，發佈日期二零一七年六月，41 頁。

Sanfurgo, B.，二零零四年，Caracterizacion Mineralizacion Oro-Plata Proyecto Veladero，Barrick 內部報告，發佈日期二零零四年六月，37 頁。

Scott Wilson RPA，二零零八年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅金礦礦產資源和儲量審計報告。Scott Wilson Roscoe Postle Associates Inc.，二零零八年五月十日，137 頁。

Smee, B.W.，一九九八年，阿根廷貝拉德羅項目一九九七年至一九九八年鑽探活動期間取樣、分析和報告程序審核報告。MAG 內部報告，一九九八年七月，11 頁。

Smee, B.W.，一九九九年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅項目質量控制數據庫外部審計結果，編製人 Minera Argentina Gold S.A.，一九九九年三月，14 頁。

Smee, B.W.，二零零一年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅項目質量控制數據庫外部審計結果，編製人 Minera Argentina Gold S.A.，二零零一年六月，28 頁。

Smee, B.W.，二零零二年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅項目質量控制數據庫外部審計結果，編製人 Minera Argentina Gold S.A.，二零零二年六月，23 頁。

SNC-Lavalin Engineers & Constructors Inc.，二零零二年，阿根廷貝拉德羅項目技術經濟評價報告，巴理克黃金，10 卷，二零零二年九月。

Vector Argentina S.A.，二零零七年，阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦區報告。山谷堆浸作業岩土工程報告。發佈日期二零零七年十二月，23 頁。

Vildoza, Carlos, Validacion Coordinadas Sondajes Veladero，Barrick 鑽孔清單檢查報告，7 頁。

## 28 日期和簽名頁

這份報告題為「阿根廷聖胡安省貝拉德羅礦合資格人士報告」，於二零一八年九月十四日發佈，由以下作者編製並簽名：

簽字於安大略省多倫多市  
二零一八年九月十四日

**簽名及蓋章 *Luke Evans***  
Luke Evans，專業工程師  
首席地質學家

簽字於安大略省多倫多市  
二零一八年九月十四日

**簽名及蓋章 *Glen Ehasoo***  
Glen Ehasoo，專業工程師  
首席採礦工程師

簽字於安大略省多倫多市  
二零一八年九月十四日

**簽名及蓋章 *Holger Krutzelmann***  
Holger Krutzelmann，專業工程師  
聯席首席選礦專家